

101672

7
24

**EFFECTOS ADITIVOS, HETEROSIS, HABILIDAD COMBINATORIA
GENERAL Y ESPECIFICA EN UN CRUZAMIENTO DIALELICO
COMPLETO EN BOVINOS HEREFORD, CHAROLAIS Y
BRANGUS EN EL NORTE DE MEXICO**



TESIS PRESENTADA ANTE LA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

PARA LA OBTENCION DEL GRADO DE
MAESTRIA EN PRODUCCION ANIMAL

POR

ARTURO ESTRADA ARTEAGA

ASESORES

PH. D. CARLOS VASQUEZ P.

PH. D. JOSE MANUEL BERRUECOS V.

MAYO DE 1990

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.

LISTA DE CONTENIDO

	<u>Página.</u>
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	4
OBJETIVO	25
MATERIAL Y METODOS	26
RESULTADOS Y DISCUSION	34
CONCLUSIONES	44
CUADROS	46
LITERATURA CITADA	54

LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro.</u>		<u>Página.</u>
1.	COEFICIENTES DE CONTRIBUCION DE ADITIVIDAD, HETEROSIS Y EFECTOS MATERNALES EN UN CRUZAMIENTO DIALELICO.	46
2.	ANALISIS DE VARIANZA DE LOS EFECTOS AMBIENTALES Y DE LA RAZA PATERNA Y MATERNA SOBRE PESO AL NACIMIENTO (kg.) GANANCIA DIARIA AL DESTETE (kg.) Y PESO AL DESTETE AJUSTADO A 216 DIAS (kg.) EN UN CRUZAMIENTO DIALELICO.	47
3.	MEDIAS MINIMO CUADRATICAS DE LOS EFECTOS DE SEXO, NUMERO DE PARTO Y SU INTERACCION. SOBRE PESO AL NACIMIENTO (kg.) GANANCIA DIARIA AL DESTETE (kg.) Y PESO AL DESTETE AJUSTADO A 216 DIAS (kg.) DE BECERROS PRODUCIDOS EN UN CRUZAMIENTO DIALELICO.	48
4.	MEDIAS MINIMO CUADRATICAS DE LOS EFECTOS DE RAZA DEL PADRE, RAZA DE LA MADRE Y SU INTERACCION SOBRE PESO AL NACIMIENTO (kg.), GANANCIA DIARIA AL DESTETE (kg.) Y PESO AL DESTETE AJUSTADO A 216 DIAS (kg.) EN UN CRUZAMIENTO DIALELICO.	49
5.	ANALISIS DE VARIANZA DE LA CONTRIBUCION AMBIENTAL, GENETICA (ADITIVA Y NO ADITIVA) Y EFECTOS MATERNOS SOBRE PESO AL NACIMIENTO (kg.), GANANCIA DIARIA AL DESTETE (kg.) Y PESO AL DESTETE AJUSTADO A 216 DIAS (kg.) ENTRE LAS RAZAS HEREFORD, CHAROLAIS Y BRANGUS EN EL NORTE DE MEXICO.	50
6.	MEDIAS MINIMO CUADRATICAS DE LOS EFECTOS GENETICOS DE HETEROSIS, ADITIVIDAD, HABILIDAD COMBINATORIA GENERAL Y ESPECIFICA SOBRE PESO AL NACIMIENTO (kg.), GANANCIA DIARIA AL DESTETE (kg.) Y PESO AL DESTETE AJUSTADO A 216 DIAS (kg.) EN UN CRUZAMIENTO DIALELICO COMPLETO EN LAS RAZAS HEREFORD (H), CHAROLAIS (C) Y BRANGUS (B).	51
7.	PORCENTAJE DE HETEROSIS INDIVIDUAL Y GENERAL ENTRE LAS CRUZAS DE GANADO HEREFORD (H), CHAROLAIS (C) Y BRANGUS (B).	52

8. CONTRIBUCION DE LOS EFECTOS AMBIENTALES Y
GENETICOS. CON RESPECTO A LA VARIACION
TOTAL OBSERVADA EN UN CRUZAMIENTO DIALELICO
ENTRE LAS RAZAS HEREFORD, CHAROLAIS Y BRANGUS.

INTRODUCCION

México cuenta con una superficie de 1'956.309 Km² (S.A.R.H., 1982), donde existe un total de 22'503.256 cabezas de ganado (I.N.E.G.I., 1981).

La ganadería en el norte de México es considerada como una de las principales actividades económicas, tanto a nivel regional como nacional, ya que la población bovina en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas, asciende a 7'503.337 cabezas de ganado, representando una tercera parte de la población nacional.

En el Estado de Sonora, existen aproximadamente 23.005 unidades de producción, que mantienen un total de 1'658.259 animales: de estas, 7.457 son las encargadas de producir 241.236 animales de alguna raza en particular, que en términos de porcentaje representa el 22% de la existencia total de ganado y un 14% para animales de raza (I.N.E.G.I., 1981).

Con base en lo anterior, se observa que existe un número considerable de animales que no pertenecen a una raza establecida y por lo tanto, producidos por el cruzamiento de dos o más razas, siendo así los sistemas de cruzamientos, los más aceptados para la producción comercial de ganado de carne, ya que, son un método que permite mejorar la eficiencia en las explotaciones ganaderas (Humes et al., 1973; Koger et al., 1975; Lamb y Tess, 1989 a y b).

Franke (1986), se mostró que los procedimientos tradicionales para evaluar los sistemas de cruzamientos y

alternativas de manejo incluyen (respuestas tales como el peso al destete y/o ganancia diaria promedio) dando origen a un replanteamiento de los criterios de evaluación, siendo los costos de producción y el mantenimiento de la vaca para destetar un becerro los factores más importantes que afectan la eficiencia productiva.

Long, Fitzhugh y Cartwgrith (1971) reconocen algunos factores que incrementan dicha eficiencia, tales como las condiciones de explotación, los factores ambientales y los genéticos, así como las necesidades de mercado, todos ellos pueden variar ampliamente, de una explotación a otra.

Plasee (1973) en una revisión de los principales problemas que afectan a la ganadería en America Latina, observó que para el norte de México, los largos periodos de sequías y las altas radiaciones solares, son los principales problemas que limitan la productividad del ganado de carne.

En el ganado de carne existe una gran diversidad genética por lo que en términos económicos, es importante desarrollar mejores combinaciones entre y dentro de las razas, para obtener animales que permitan aumentar su eficiencia (Dickerson, 1969).

Debido a esto, el presente estudio analizó parte de la información generada por el programa de Control de Registros de Producción en bovinos productores de carne del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) SARH, buscando determinar la contribución promedio de los efectos genéticos de aditividad, heterosis y habilidad

combinatoria general y específica, de las razas Hereford (H), Charolais (C) y Brangus (B), a partir de un cruzamiento dialélico completo en el norte de México.

REVISION DE LITERATURA.

La estructura de la ganaderia debe ser reconocida en forma piramidal, donde la parte superior y mas pequeña es la ganaderia de pie de cria, y que debe ser transferido al estrato intermedio, siendo estos los productores de ganado comercial y finalmente el ultimo estrato (base del triangulo) donde se encuentran los engoradores.

En los productores de pie de cria se observa el desarrollo de razas "puras" teniendo un producto uniforme y como principal objetivo de su producción es la comercialización de sementales y vaquillas de reemplazo. En los otros dos niveles, el producto presenta una mayor variabilidad y su objetivo es la comercialización de ganado para abasto (Cartwright, 1973; Cundiff y Gregory, 1977; Gosey, 1983; Warwick y Legates, 1980).

Considerando lo anterior, los criadores de ganado cuentan con dos opciones para cambiar la estructura genética de sus animales: a).- A partir de selección, identificando aquellos animales sobresalientes los cuales serán padres de la progenie en la siguiente generación y b).- Decidir como estos animales deberán ser apareados (Warwick y Legates, 1980).

Con el uso de estas herramientas, el productor debe ser capaz de aprovechar su potencial y obtener, con ello, una máxima respuesta productiva que repercuta en una utilidad económica para la explotación (Carpenter, 1975).

Las características productivas de importancia

económica, presentan una herencia de tipo poligénico, o cuantitativas, representadas por el valor fenotípico el cual puede ser dividido en el genotipo, el medio ambiente y la interacción entre estos. El genotipo puede definirse como el valor esperado de la característica, mientras que el medio ambiente es el modificador tanto en magnitud como en sentido. El genotipo a su vez puede ser dividido en sus componentes de aditividad, dominancia y epistasis. El efecto aditivo es definido como una adición lineal de los genes y, por lo tanto, habrá tantos o más efectos aditivos como genes presentes en el control de la característica. Este efecto es el único transmitido a la progenie y puede ser predecible (Vásquez, 1983).

Los efectos genéticos no aditivos se refieren al tipo de acción de los genes involucrados en la determinación de una característica, existiendo interacción dentro de locus la cual determina el grado de dominancia o bien la interacción entre loci o epistasis. Vásquez (1983); si los valores de dominancia o epistasis son iguales a cero, entonces el promedio de la progenie heterocigótica es intermedia entre los valores homocigóticos parentales (Falconer, 1960; Frahm, 1975)

La utilización adecuada de la variación genética, tanto aditiva como no aditiva, permite maximizar la respuesta genética, entre y dentro de razas (Cundiff, 1970).

Los componentes no aditivos, del genotipo (dominancia, epistasis, habilidad combinatoria general y específica)

conforman la respuesta conocida como heterosis Vasquez, (1983) y Griffin (1956) y que fue propuesta por Shull, en (1914) describiendo el vigor que tienen los animales cruzados (Bowman, 1959).

Frahm (1975) y Gosey (1983), definieron la heterosis como la superioridad del comportamiento en ciertas características obtenidas por individuos cruzados sobre el comportamiento promedio de sus padres de raza pura, expresada la superioridad en términos porcentuales. Mientras que Crow (1948) definió el vigor híbrido como una medida del valor selectivo, por lo que la frecuencia de un factor recesivo detrimental en una población esta determinado por la desventaja selectiva y por los porcentajes de mutación, migración, tamaño y estructura de la población.

Dickerson (1969) y Koch (1985) describieron la heterosis individual como una desviación del promedio de los padres, debido al incremento de la heterocigosis en la progenie producida por la cruce de dos razas puras, incluyendo sus recíprocas esto es, la interacción dentro y entre loci.

Hill (1982) citado por Koch (1985) y Vásquez (1983) describen la dominancia y la espistasis como componentes de la heterosis las cuales presentan una porción de aditividad, dominancia y las interacciones de aditividad x aditividad, dominancia x dominancia, aditividad x dominancia y dominancia x aditividad.

Crow (1948) y Willham (1970) consideran que todos los genes involucrados en el vigor híbrido son completamente

dominantes, mientras que el recesivo es deletéreo, desde el punto de vista de sobrevivencia; esto es, suponiendo que no existan interacciones complejas entre estos genes.

Crow (1948) menciona también que el cruzamiento debe ocurrir libremente y que no exista una tendencia de balancear los heterocigóticos acumulados en la población, por lo que un máximo incremento del vigor híbrido podría ocurrir después de la hibridación, si cada ancestro, aportara todos los alelos dominantes perdidos en el otro, recibiendo así el híbrido, un gene dominante en cada locus.

Frahm (1975) indica que para obtener estimadores válidos de heterosis, el comportamiento debe ser medido en un gran número de animales cruzados y de raza pura, los cuales deberán ser comparados bajo condiciones ambientales semejantes.

McElhenney et al. (1985) demuestran la importancia de dicha información acerca del comportamiento productivo de las razas para priorizar los componentes en la producción como son la disponibilidad de recursos, niveles de manejo, áreas geográficas y condiciones climáticas.

Cundiff (1970), Carpenter (1975) y Frahm (1975) indican que no todas las características reciben el mismo grado de heterosis. Generalmente, el beneficio más grande es obtenido en características de baja heredabilidad o que muestren mayor depresión endogámica como son el comportamiento reproductivo y la viabilidad de la cría. Asimismo, características de alta heredabilidad, como eficiencia alimenticia y calidad de

la canal, exhiben poca respuesta a heterosis, por lo que las mayores respuestas se obtendrían a través de un programa de selección.

Koger (1980) cita que el nivel máximo de respuesta a heterosis se obtiene utilizando la cruce de dos razas, teniendo un incremento menor al utilizar tres o más razas, por lo que, al iniciar un programa de cruzamientos, es necesario definir el objetivo de producción y la contribución de las características de las razas involucradas.

El mejoramiento genético en aves y cerdos a través de cruzamientos dirigidos, ha motivado el uso de los mismos en diferentes especies, incluyendo al ganado productor de carne; esto hace necesario probar combinaciones entre y dentro de razas en los diferentes ambientes donde es producido (Rankin et al., 1978).

Los cruzamientos han aportado grandes beneficios en la industria ganadera, mejorando el comportamiento reproductivo, el porcentaje de crecimiento y en el desarrollo de nuevas raza que se adapten mejor a ciertas condiciones ambientales (Lawson et al., 1980).

A través de cruzamiento se ha incrementado rápidamente la producción comercial de ganado de carne, como un método para mejorar la eficiencia en la producción aprovechando la heterosis y/o habilidad combinatoria general y específica (Humes et al., 1973; Koger et al., 1975; Lamb y Tess, 1989 a y b).

Existen dos razones por las cuales los cruzamientos son

utilizados: 1.- Proveen al criador la oportunidad de combinar las características deseables de dos o más razas, lo que frecuentemente es referido como el complemento entre razas, donde los puntos fuertes de una raza complementan o cubren los puntos débiles de la otra y 2.- Los cruzamientos incrementan la productividad a través de la heterosis, la cual puede ser exhibida por la cría por la madre cruzada o por ambos (Frahm, 1975; Carpenter, 1975; Cundiff y Gregory, 1977; Gosey, 1983).

Otro beneficio está en relación con los efectos acumulativos; es decir, el efecto sobre una característica puede ser menor, pero cuando se considera el ciclo de producción completo, al final se observan incrementos en los porcentajes de concepción, sobrevivencia y crecimiento, los cuales producen mayores beneficios económicos. (Carpenter, 1975).

Gregory y Cundiff (1980) encontraron que los efectos acumulativos de la heterosis sobre las características individuales y maternas, obtenidas de las razas cruzadas, han demostrado ser de gran importancia económica.

Las razas pueden diferir en el valor de la crianza, es decir, el promedio de los efectos genéticos y en el total de heterosis o efectos no aditivos, pudiendo ser diferente el comportamiento en otros ambientes, siendo esto una interacción genotipo medio ambiente (Rankin et al., 1978).

Carpenter (1975) reporta que los híbridos tienen mayor capacidad de soportar el estrés durante la vida, pudiéndose

adaptar mejor a una amplia variedad de ambientes.

Kibler (1957) citado por (Rankin et al., 1978) encontró que el ganado Brahman y sus cruizas, son más tolerantes al calor que las razas británicas.

Por otro lado, Trail et al., (1985) concluyen que las cruizas entre razas indígenas con europeas, poseen un alto nivel de adaptación al estrés climático, nutritivo y a enfermedades parasitarias, y que además las vacas cruzadas fueron más pesadas al momento del parto y al destete, con respecto a las vacas de raza pura.

Roger (1980) indica que el objetivo básico de cualquier programa de cruzamiento de ganado comercial, deberá ser el maximizar la suma de los valores genéticos aditivos y los niveles de heterosis, para las tres grandes características que gobiernan el comportamiento en los hatos de ganado comercial, los cuales involucran porcentaje al destete y habilidad materna así como también, el potencial de crecimiento de la cría.

Cundiff (1970) considera que los cruzamientos permiten la utilización de la heterosis y la combinación de características deseables en el ganado comercial, el cual no podría estar presente en ninguna de las razas parentales.

Existen dos requerimientos básicos para que una característica pueda exhibir el efecto de heterosis. a).- Que exista una gran diversidad genética entre las razas a cruzar y b).- Que la heredabilidad que rige a esa característica sea baja (Dickerson, 1969; Frahm, 1975).

Frahm y Marshall (1965) y Willham (1970) observaron que los cruzamientos tienen algunas consecuencias deseables especialmente por la producción de heterosis, ya que permite incorporar material genético deseable rápidamente, gracias a la amplia variedad de ganado, y a una considerable flexibilidad en los apareamientos además de que se complementan las cualidades de dos o más razas en una sola.

Por eso, es importante el entendimiento de los programas de crianza y la caracterización de las razas con base a características de producción, tanto individuales como maternas para proveer bases genéticas sólidas y poder usarlas en cualquier programa de cruzamiento (Gregory et al., 1982 y 1985; Marshall y Frahm, 1986).

En ganado de carne se ha observado que el total de la producción por vaca expuesta, en términos de kg. de becerro destetado puede ser incrementado de 20-25% a través de los cruzamientos, siendo la respuesta materna un aspecto importante en dicho incremento (Frahm, 1975; Carpenter, 1975; Rankin et al., 1978; Cundiff, 1970).

Trail et al., (1985) demostraron que la mayor posibilidad para incrementar los niveles de producción de carne y leche, es mejorando el medio ambiente natural y el uso de ganado que posea la mejor composición genética aditiva aportada por ambas razas, exóticas e indígenas, en el medio ambiente mejorado; así se tiene como reto organizar los sistemas de crianza que optimicen simultáneamente el uso de ambos efectos aditivos y no aditivos.

Cundiff y Gregory (1977), Cartwright (1973) y Frahm (1975) consideran que el beneficio económico que los cruzamientos reportan a la industria ganadera, deberá ser por un mejoramiento continuo de las razas o líneas y que, al cruzarlas entre ellas, produzcan las mejores combinaciones en cuanto a los niveles de producción.

Además, la efectividad dependerá de la habilidad que tenga el productor para reconocer y utilizar las mejores razas en forma efectiva en sus programas de cruzamientos (Carpenter, 1975; Gosey, 1983).

Existe un número ilimitado de cruzamientos que son utilizados en la producción comercial de ganado de carne. Los más comunes son: a).- Cruzamiento entre dos razas. Quizás sea el más simple, la progenie es producida a partir de un sólo cruzamiento entre razas, obteniendo ventajas de la heterosis. (Carpenter, 1975; Crockett et al., 1978 y Koger, 1980 y Warwick y Legates, 1980).

b).- Cruzamiento rotacional de dos razas. Este sistema de cruzamiento permite aprovechar la heterosis individual, así como también, los diferentes grados de heterosis materna, que se ven reflejados en una mejor fertilidad y habilidad de las vacas para criar un becerro desde el nacimiento hasta el destete (Warwick y Legates, 1980 y Gregory y Cundiff, 1980).

c).- Cruzamiento rotacional de tres razas, es semejante al anterior, con la diferencia de que se incluye una raza más y se obtienen mayores ventajas de la heterosis individual y materna, permitiendo mantener un alto grado de vigor híbrido.

mavor que el sistema rotacional de dos razas: teóricamente, mantiene el 87% de respuesta a heterosis. (Cundiff y Gregory, 1980 y Koger, 1980).

d).- Cruzamiento dialélico. Este no se usa en la producción comercial de ganado de carne, sin embargo, el sistema de cruzamiento dialélico permite estimar los efectos de aditividad, heterosis, habilidad combinatoria general y específica permitiendo definir que raza aportará mavor ventaja, al ser utilizada como hembra y cual como semental, consiste en cruzar un grupo de $p \times p$ razas en todas las posibles combinaciones, divididas en tres porciones: Un grupo de p cruza entre razas puras, un grupo de $1/2 p(p-1)$ F1's y las cruza recíprocas en $1/2 p(p-1)$. Becker, (1975) y Hayman, (1954, 1958 y 1960).

Griffing (1956) realizó los modelos para los siguientes cuatro métodos: (1).- Todas las cruza posibles, (2).- Líneas parentales y un grupo de F1's, (3).- Un grupo de F1's y el grupo recíproco, y (4).- Un grupo de F1's. Esto permite estimar los componentes aditivos y no aditivos de la varianza genotípica de los padres, usando los componentes de varianza y la habilidad combinatoria general y específica, por lo que, los experimentos de cruzamientos pueden ser agrupados dentro de varias categorías basada sobre la presencia o ausencia de ciertos tipos de apareamiento.

1.- Cruzamiento dialélico completo, involucrando todos los grupos parentales y los cruzamientos incluyendo los recíprocos, 2.- Un dialélico modificado el cual puede contener,

tipos de razas parentales y la cruce con reciprocas combinadas o perdidas y 3.- Comparación de la raza del semental la cual puede tener solamente tipos cruzados de un limitado grupo de hembras de cierta raza y no de raza pura (Griffin, 1956; Long, 1980 y Robison et al., 1981).

Aunque considerables investigaciones han evaluado los cruzamientos en animales de granja, los análisis y reportes de los resultados han sido en ocasiones limitadas a las medias del grupo genético y los valores de heterosis son presentados. Sin embargo, poca atención ha sido puesta en la evaluación de los componentes genéticos como son efectos de raza, promedio de heterosis, heterosis específica etc., o el desarrollo de parámetros que permitan la predicción del comportamiento de cruces que actualmente no han sido probadas (Robison et al., 1981).

Gardner y Eberhart (1966) presentaron un modelo estadístico para las cruces dialélicas, en el cual sugirieron métodos para la estimación de los efectos aditivos, depresión endogámica, dominancia, heterosis intra loci y epistasis.

Long (1980) indica que las medias de los grupos cruzados y los grupos de raza pura podrían ser usados para estimar: 1).- efectos de raza, 2).- heterosis y 3).- diferencias recíprocas.

Las ventajas de un cruzamiento dialélico es que permiten estimar 1).- efectos de raza, 2).- heterosis promedio, 3).- habilidad combinatoria general y 4).- habilidad combinatoria

especifica, en donde ciertas características cuentan con ambos componentes individual y materno (Robison et al., 1981; Long, 1980).

Robison et al., (1981) propusieron un modelo para la estimación de los efectos genéticos a través de la información generada por los cruzamientos en donde dicho modelo posee tres ventajas las cuales son: 1.- un procedimiento estadístico menos complejo, 2.- provee un claro entendimiento de los componentes genéticos y, 3.- permite la predicción de cruces que no han sido incluidas en el grupo de información.

Resultados de cruzamientos han sido indicados en la literatura para varias características tales como peso al nacimiento el cual es un carácter medido en un ambiente relativamente homogéneo y es el primer componente del ritmo de crecimiento que puede ser fácilmente cuantificado y considerado dentro de los programas para incrementar el potencial de crecimiento del ganado por métodos genéticos (Brinks et al., 1967; Ellis et al., 1965).

En general, se observan mayores pesos al nacimiento en animales cruzados que el promedio de las razas parentales (Cundiff, 1970; Koger et al., 1975; Gray et al., 1978; Lawson et al., 1980; Marshall et al., 1981; Gregory et al., 1985; Trail et al., 1985; Olson et al., 1985).

Cundiff (1970) en una revisión de los resultados experimentales sobre cruzamientos en la producción de ganado de carne, encontró que las vacas cruzadas tuvieron un 4.7% más de becerros nacidos en comparación con las vacas de raza

pura.

En un estudio realizado por Gray et al. (1978) para determinar la expresión de la heterosis en características predestete bajo condiciones comerciales en ganado de carne, encontraron que la raza materna mostró ser significativa para peso al nacimiento, las crías de vacas Hereford fueron 1.3 kg. más pesadas que las crías de vacas Angus, mientras que la raza paterna y la interacción de la raza paterna y materna, no afectaron significativamente los pesos al nacimiento.

Koger et al. (1975) en una investigación para determinar los efectos de semental y la habilidad combinatoria específica en ganado de carne de raza pura y cruzado, encontraron pesos al nacimiento bajos, comparados con los que generalmente se encuentran en los Estados Unidos. Las cruces de Brahman x Hereford-Brahman, Hereford x Brahman-Hereford y Angus x Brahman-Angus pesaron 34.5 kg., 31.2 kg. y 28.1 kg. respectivamente.

Lawson et al. (1980) compararon 1150 vaquillas cruzadas pertenecientes a 10 grupos genéticos, las cuales fueron cruzadas con sementales Angus Rojo y Beefmaster, encontraron que la cruce de Limousine x Hereford, Limousin x Angus y Hereford x Angus fueron las que tuvieron los pesos al nacimiento más ligeros, no difiriendo estadísticamente entre ellas ($P > 0.05$) (33.4 kg, 32.1 kg. y 31.9 kg. respectivamente). Sin embargo, la progenie de Limousin x Angus y Hereford x Angus fueron superadas por la progenie de las otras cruces ($P < 0.05$). Las crías de las cruces de

Charolais x Shorthorn y Simmental x Shorthorn obtuvieron los más altos pesos al nacimiento (36.4 kg. y 36.2 kg. respectivamente) y fueron significativamente diferentes ($P < 0.05$) con respecto a las cruzas Charolais x Angus, Limousin x Shorthorn, Limousin x Hereford, Limousin x Angus y Hereford x Angus; los más altos pesos al nacimiento fueron de Charolais x Shorthorn y los más bajos de las crías Hereford x Angus los cuales difieren por 4.5 kg. además, mostraron que los machos fueron más pesados al nacimiento y que la progenie de los toros Beefmaster fué 9.4% más pesada al nacimiento que la progenie de los toros Angus rojo ($P < 0.05$).

Marshall et al. (1981) realizó un estudio para evaluar 8 genotipos de vacas cruzadas las cuales fueron apareadas con toros de la raza Charolais y Limousin, encontrando que las crías de toros Charolais fueron superiores a las crías de los toros Limousin por 2.2 kg. en el peso al nacimiento.

Olson et al. (1985) en un trabajo para determinar el potencial que tiene el uso del ganado lechero en los sistemas de producción de carne encontraron que la craza Pardo Suizo, produjeron crías más pesadas al nacimiento (39.4 kg.), siendo esté diferente ($P < 0.01$) a la raza Angus y a los cruzamientos, Angus x Angus-Pardo Suizo, Angus x Pardo Suizo, Pardo Suizo x Angus, Pardo Suizo x Angus-Pardo Suizo, Angus-Pardo Suizo x Angus, Angus-Pardo Suizo x Angus-Pardo Suizo y Angus-Pardo Suizo x Pardo Suizo, los cuales fueron 29.1 kg., 32.2 kg., 36.5 kg., 31.8 kg., 34.5 kg., 29.1 kg., 32.4 kg. y 36.4 kg. respectivamente. Sin embargo, en

términos generales, las crías producidas por hembras Pardo Suizo fueron muy superiores a las producidas por las hembras Angus y Angus-Pardo Suizo (37.43 kg. vs 30.00 kg. y 33.03 kg.) respectivamente. Estos resultados eran de esperarse debido a las diferencias en tamaño entre las razas Pardo Suizo y Angus, encontrando además una superioridad de los machos con respecto a las hembras de 2.6 kg. para peso al nacimiento, 14 kg. para peso al destete y 17 kg. para peso al destete ajustado a 205 días.

Gregory et al. (1985) demostraron que las madres cruzadas produjeron crías al nacimiento 1.6 kg. más pesadas que las crías de madres de raza pura ($P < 0.05$). Así mismo, encontraron un promedio de heterosis de 7% para el número de becerros nacidos vivos y un 6% para el peso al nacimiento.

Por su parte Gosey (1983) en una revisión de los programas de crianza, menciona que existe un efecto de la heterosis materna para el peso al nacimiento de 1.6%.

Cundiff (1970) resume que la comparación de cruzamientos entre las razas Santa Gertrudis y Polled Hereford, demostraron que las crías de ganado Santa Gertrudis, obtuvieron un porcentaje de crecimiento más rápido.

Gregory et al. (1985) con respecto a los porcentajes de crecimiento predestete, sugieren que el ganado 3/4 Bos taurus estuvo menos adaptado a las condiciones climáticas en comparación con aquellos que tenían 1/2 de Bos taurus en su composición genética; a diferencia de lo anterior, Rollins et al. (1964) citado por Rankin et al. (1978) encontraron que

las crías 3/4 Hereford 1/4 Brahman tuvieron mejores ganancias predestete que las crías de raza pura Hereford.

Varios autores Klosterman et al. (1968), Panish et al. (1968 y 1969) citados por Cundiff, (1970) demostraron que la raza Charolais produce altos porcentajes de crecimiento predestete, ganando 0.05 kg. más que las crías producidas por toros Limousin (0.927 kg. vs 0.887 kg.).

Reynoso et al. (1987) en un trabajo para evaluar el comportamiento productivo hasta el destete, encontraron que para peso al nacimiento los grupos cruzados fueron superiores al grupo Cebu, no encontrando diferencia ($P > 0.05$) entre los grupos Chianina x Cebu, Simmental x Cebu, Limousin x Cebu y Pardo Suizo x Cebu pero si entre estos y el grupo Charolais x Cebu, donde el comportamiento promedio de los animales cruzados mostró una superioridad de 7% con respecto al grupo Cebu ($P < 0.05$); misma que alcanzó mayores dimensiones en el grupo Charolais x Cebu, el cual presentó una diferencia del 13% seguido por los animales Simmental x Cebu (8%), Pardo Suizo x Cebu (6%), Limousin x Cebu (5%) y Chianina x Cebu (4%). Para las ganancias diarias predestete y los pesos ajustados al destete (232 días), se observó que los mejores valores se presentaron en los animales Simmental x Cebu siendo estos de (0.713 kg. y 197.3 kg.) y para la cruce Charolais x Cebu de (0.693 kg. y 193.3 kg.), ambos diferentes significativamente ($P < 0.05$) a los otros cruzamientos. Con respecto al sexo de la cría los machos mostraron una superioridad de 3%, 7% y 6% para peso al nacimiento, ganancia

diaria predestete y peso ajustado, en comparación con las hembras.

Olson et al., (1985) en un estudio para determinar los efectos aditivos y heterosis sobre las características predestete, encontraron que el año y el grupo genético de la madre y del semental, afectaron significativamente las ganancias diarias predestete; además de que los valores aditivos directos, indicaron que la raza Angus fue inferior ($P < 0.01$) a la Pardo Suizo para todas las características de crecimiento predestete.

Gaines et al., (1966). Cundiff (1970), Koch et al., (1985) indicaron que las crías de ganado Hereford fueron deficientes en la habilidad materna, pero ligeramente superiores a los Angus y Shorthorn en el crecimiento predestete.

El peso al destete es una característica que mide velocidad de crecimiento de la cría y en forma indirecta la capacidad de producción de leche de la madre (Peacock et al., 1978).

Lawson et al., (1980) evaluaron 10 genotipos de vaquillas cruzadas encontrando que los pesos al destete más ligeros fueron producidos por las vacas Hereford x Angus 170 kg. siendo estos diferente estadísticamente a las otras cruzas ($P < 0.05$), mientras que la Simental x Shorthorn, Simental x Hereford y Charolais x Shorthorn fueron de 201.2 kg., 194.4 kg. y 193.5 kg. respectivamente, y no difieren entre ellos ($P > 0.05$). La crusa Simental x Shorthorn

superó a la Simental x Angus por 11 kg., mientras que, para las tres cruzas de Limousin x Hereford, con Angus, y con Shorthorn, así como con las cruzas de Charolais x Hereford y Angus no difieren en los pesos al destete.

Cundiff (1970) menciona que las primeras cruzas donde se involucraron sementales de la raza Charolais, fueron llevadas a cabo en Louisiana encontrando que en dichas cruzas obtuvieron los mayores pesos al destete seguidos por los sementales Hereford y Angus siendo estos de 203.2 kg., 198.2 kg. y 178.3 kg. respectivamente.

Marshall et al., (1981) concluyeron que los sementales Charolais podrían ser usados para obtener mayores pesos al destete, en comparación con los sementales Limousin, ya que las crías de los toros Charolais fueron 13.18 kg. más pesadas al destete.

Klosterman et al., (1968) citado por Cundiff, (1970) reportaron que las vacas Charolais puras destetaron porcentajes pequeños en comparación con las vacas Hereford, pero cuando los sementales Charolais fueron cruzados con otras razas destetaron un mayor porcentaje, en comparación con los Hereford.

Olson et al., (1985) encontraron que el peso al destete en animales cruzados fueron de 213 kg. siendo 1.4% superiores a las crías de raza pura.

Cundiff (1970) indica que las crías de vacas Pardo Suizo x sementales de la raza Charolais, Angus y Hereford, fueron más pesadas al destete en comparación con las crías

provenientes de vacas Charolais, Angus y Hereford empadradas con toros de la misma raza; la mejor craza fue la de Charolais x Pardo Suizo obteniendo un peso al destete de 270 kg. también reportaron que las crías de toros Brangus fueron más ligeras al destete con respecto a las crías de toros Charolais y Hereford y estos a su vez, más ligeros que los Shorthorn y Brahman; Sin embargo, las vacas Brangus destetaron crías más pesadas en relación a las crías de vacas Angus, Hereford y Brahman.

Damon et al., (1959) (citado por Cundiff, 1970) sugieren que la heterosis retenida en la raza Brangus, es por su habilidad materna, encontrando que la heterosis para el peso al destete, de la primer craza Angus x Brangus y Brahman x Brangus fueron superiores en un 3.6% y 3.8% respectivamente. Estas últimas fueron menores a la craza de Angus x Brahman, la cual tuvo una heterosis de 9.7%.

Rankin et al., (1978) en un reporte de cruzamientos en ganado Hereford y Brangus en el sureste de los Estados Unidos encontraron que las crías de la raza Brangus promediaron 30.14 kg. más al destete, que las crías de madres Hereford; estas diferencias sugieren mayor habilidad materna en las vacas Brangus y posiblemente, mejor adaptación al calor y a las condiciones del desierto.

Damon et al., (1959) encontraron una ventaja de 17.55 kg. y 38.60 kg. en peso al destete y peso a los 180 días de becerros de vacas Brangus x Hereford en Lousiana.

Rankin et al., (1978) repotaron una ventaja en favor de

las vacas Brangus para peso al destete de la cría por vaca expuesta, la cual fue de 60.45 kg. obteniendo un promedio de heterosis de 6.91 Kg. existiendo una mayor ventaja cuando se usan los toros Hereford con vacas Brangus que, cuando se usan toros Brangus en vacas Hereford.

Cundiff (1970) y Warwick (1968) mencionan que las crías cruzadas de Brahman x razas británicas fueron superiores en un 11% en peso al destete, con respecto a las razas puras, demostrando que las vacas Brahman x británicas son altamente productivas, cuando se empadran con toros de raza británica.

Cartwright et al. (1964) estimaron el efecto de heterosis para el peso al destete en la primera cruce Hereford x Brahman, la cual fue de 15.9% y el efecto de la habilidad materna de las hembras cruzadas, fue de 9.5%.

La ventaja de 23.2 kg. al destete en favor de la progenie de madres cruzadas sobre la progenie de madres de raza pura, fue el resultado de los efectos genéticos aditivos maternos y directos, además de la heterosis materna, por lo que las vacas cruzadas excedieron ($P < 0.01$) a las vacas puras por 48.5 kg. en los pesos de la cría destetada por vaca expuesta (Trail et al., 1985).

Damon et al. (1961) citado por Cundiff, (1970) encontraron que los Hereford exceden a los Angus en la habilidad combinatoria general para el peso a los 180 días, pero inversamente en habilidad materna.

Gosey (1983) indica que los efectos de la heterosis individual expresada por la cría cruzada, comparada con la

cría de raza pura, fueron 4.6% más pesadas al destete y que la heterosis materna para peso al destete a los 200 días fue de 4.3%, así demostraron que la heterosis materna reflejó mayor producción de leche y fueron más constantes que las vacas cruzadas y que los efectos combinados de la heterosis materna, sobre la reproducción y producción de leche, resultó en un peso al destete de 14.8% mayor en las vacas cruzadas que en las de raza pura por vaca expuesta al empadre.

Como se puede observar la mayoría de las investigaciones están enfocadas a evaluar el promedio de heterosis. Sin embargo, como se mencionó, la heterosis, es un efecto compuesto por diferentes acciones génicas tales como dominancia, epistasis, habilidad combinatoria general y específica, por lo que utilizando modelos experimentales genéticos permiten que dicho efecto pueda ser dividido en sus componentes, para ser analizado en forma más adecuada, (Robison et al., 1981).

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo fue determinar a partir de un cruzamiento dialélico completo el promedio de aditividad, heterosis, habilidad combinatoria general y específica de las razas Hereford, Charolais y Brangus en el Norte de México.

MATERIAL Y METODOS.

La información utilizada en el presente estudio fue recopilada durante los años de 1971 a 1984, en cuatro hatos ubicados en el Estado de Sonora.

Los hatos se encuentran localizados en los municipios de Carbó y Hermosillo, Sonora. En el municipio de Carbó representado por dos hatos, presentan una altitud de 800 a 900 metros sobre el nivel del mar (msnm), con temperaturas que oscilan de -2°C a 45°C siendo 23°C el promedio anual con una precipitación de 600 mm. anuales. El tipo de pastizal esta compuesto por un matorral arbosufrutescente característico del área con algunas partes de terreno quebrado. Sin embargo, existen diferencias entre estos hatos, uno ha permanecido en potreros con zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris*) a partir de 1976; lo que ha hecho posible reducir la carga animal de 25 Has. por U. A. a 5 Has. por U. A. Otra diferencia es el uso de inseminación artificial, gracias a las épocas de empadre controlado la cual comprende los meses de agosto a octubre.

En el municipio de Hermosillo, representado por dos hatos se presentan temperaturas de 4°C hasta 44°C , con un promedio anual de 26°C y con una precipitación que varia de 350 mm. a 400 mm. anuales. Estos hatos se encuentran dentro de una zona agrícola importante, poseen un agostadero formado por un pastizal mediano abierto característico de las planicies. Los hatos tienen diferencias las cuales son debidas principalmente al tipo de empadre siendo continuo en

uno y otro con dos épocas de empadre, además de que también cuenta con probrero establecido con zacate Buffel lo cual hace posible la utilización de la inseminación artificial.

Las prácticas de manejo que se realizaron en los cuatro hatos fueron semejantes, ya que el sistema de producción que prevalece en la mayoría de las explotaciones del norte de México permite la producción de becerros para exportación.

Las crías fueron identificadas con aretes de plástico durante las primeras 24 hrs., registrandose el peso de nacimiento y la identificación de la madre. Los destetes se realizaron entre 7 y 8 meses de edad. Las crías fueron marcadas con hierro caliente, vacunadas contra septicemia hemorrágica, carbón sintomático y edema maligno, además de ser desparasitadas externa e internamente. La suplementación de sal mineralizada se realizó durante todo el año, mientras que la alimenticia, sólo durante la época de sequías que comprende los meses de abril a junio (Sau et al., 1988).

La composición genética en cada uno de los hatos incluyendo las razas puras y sus cruzas quedo integrada de la siguiente forma:

Hato 1 compuesto por las razas puras Charolais, Brangus y sus cruzas recíprocas, Charolais x Brangus y Brangus x Charolais. Hato 2 compuesto por las razas puras Hereford, Brangus y sus cruzas recíprocas Hereford x Brangus, Brangus x Hereford, además de las cruzas Hereford x Charolais y Charolais x Hereford. Hato 3 compuesto por la raza pura Charolais y la cruce Charolais x Hereford. Hato 4 compuesto

por la raza pura Charolais, las cuales en conjunto formaron un cruzamiento dialéctico completo.

Las características productivas analizadas fueron peso al nacimiento ganancia diaria al destete y peso al destete ajustado a 216 días (edad promedio al destete) mismo que fue ajustado utilizando las ganancias diarias promedio desde el nacimiento hasta el destete.

Para el análisis de la información se utilizó el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System, 1985) en la subrutina GLM con las hipótesis de sumas de cuadrados IV.

Es claro y mostrado por un gran número de trabajos que los efectos de año, época y hato, muestran diferencias significativas, los cuales son debidos a modificaciones de medio ambiente, los efectos de año y hato no pueden ser replicados existiendo una gran variedad de factores no controlados y por ende sus significancias son irrelevantes.

Por su parte, época es una variable que puede tener una mejor explicación, ya que sus diferencias son debidas al crecimiento y producción de forrajes asociados con la precipitación, la cual es considerada como un efecto ambiental no repetible entre los diferentes años. Por lo que estas variables fueron agrupadas en seis categorías con los siguientes criterios.

Los años fueron divididos de 1971 a 1975; de 1976 a 1980 y de 1981 a 1984, por su parte las épocas de nacimiento fueron época 1 de abril a septiembre y época 2 de octubre a

marzo. Con esta clasificación fueron formadas las seis categorías quedando los hatos distribuidos de la siguiente manera:

CATEGORIA	AÑO	EPOCA	HATO
1	71-75	abr. a sep.	1,3 y 4
2	71-75	oct. a mar.	1,3 y 4
3	76-80	abr. a sep.	1,2,3 y 4
4	76-80	oct. a mar.	1,2,3 y 4
5	81-84	abr. a sep.	1.2 y 3
6	81-84	oct. a mar.	1.2 y 3

Esta variable (YEH) por estar formada de efectos ambientales no controlables y no repetibles se absorbió de acuerdo al procedimiento ABSORB de la rutina GLM del SAS (Statistical Analysis System, 1985) en todos los análisis realizados en este estudio. Esto permite reducir el número de ecuaciones. Esta manera de análisis es particularmente útil cuando la información es desbalanceada y los efectos que se absorben no son de interés.

Los resultados obtenidos son ajustados de acuerdo a los efectos que se absorben, y por lo tanto las sumas de cuadrados de los efectos en el modelo muestran los ajustes apropiados de acuerdo al modelo completo.

Con base a lo anterior la información fue analizada de acuerdo a los siguientes modelos.

El modelo 1. en donde el total de la variación esta diferenciado en factores ambientales año-época-hato (YEH), sexo (S), número de parto (P) y la interacción S x P y en forma general los factores genéticos de raza materna (M) raza paterna (R) y su interacción. Este modelo fue obtenido después de análisis preliminares donde fueron eliminadas

todas aquellas interacciones dobles o triples que no mostraron significancia estadística a una $P > 0.25$. siendo este el siguiente modelo.

$$Y_{ijklmn} = \mu + YEH_i + \delta_{(i)} + S_j + P_k + SP_{jk} + R_l + M_m + RM_{lm} + E_{(ijklmn)}$$

DONDE:

Y_{ijklmn} es la n -ésima observación para peso al nacimiento, ganancia diaria al destete y peso al destete ajustado, en la m -ésima raza de la madre, de la l -ésima raza del padre, de el k -ésimo parto de la madre de el j -ésimo sexo de la cría de el i -ésimo efecto de año-época-hato.

μ es la media poblacional (constante).

YEH_i es el efecto de la i -ésima variable año-época-hato (1-6).

$\delta_{(i)}$ error de restricción debido a la aleatorización *NID* $(0, \sigma^2)$.

S_j es el efecto del j -ésimo sexo de la cría.

P_k es el efecto del k -ésimo parto agrupado en $(1^\circ, 2^\circ, 3^\circ, 4^\circ$ y 5° o más partos).

SP_{jk} es el efecto de interacción entre el j -ésimo efecto del sexo de la cría, con el k -ésimo número de parto de la madre.

R_l es el efecto de la l -ésima raza del padre

M_m es el efecto de la m -ésima raza materna.

RM_{lm} es el efecto de interacción entre la l -ésima raza paterna con la m -ésima raza materna.

$E_{(ijklmn)}$ es el error aleatorio *NID* $(0, \sigma^2)$.

La porción genética de este modelo puede ser dividida en

sus diferentes componentes de heterosis, aditividad y efectos maternos de acuerdo a la contribución de las razas involucradas, al ser utilizadas como padre o bien como madre Robison et al., (1980). Es importante hacer el supuesto de que la relación entre progenitores es igual a cero, si esto no se cumple entonces los valores que se estiman pueden presentar un sesgo que esta en relación con el grado de parentesco entre ellos.

Bajo este supuesto, la contribución de los efectos genéticos se muestran en el Cuadro 1. Por lo que el modelo genético teórico puede ser representado como:

$$C (i,j= 1,2 \text{ y } 3) = \mu + \sum K_i A_i + \sum K_j A_j + \sum K_i P_i + \sum K_j M_j + \sum K_{ij} H_{ij} + \sum K_{jj} HM_{jj} + \sum K_{ii} HP_{ii} + E$$

Donde:

$C (i,j=1,2 \text{ y } 3), (i,j=1,2 \text{ y } 3) =$ La ij -ésima cruce y puede representar cualquier combinación de las razas, sin importar el orden de los progenitores padre o madre.

- μ media general.
- K_i representa la contribución génica de la raza i a través del padre.
- K_j representa la contribución génica de la raza j a través de la madre.
- A_i el efecto promedio de la i -ésima raza del padre
- A_j el efecto promedio de la j -ésima raza de la madre.
- P_i efecto paterno de la i -ésima raza como semental.
- K_i porcentaje de genes en el semental de la raza i .
- M_j efecto maternal de la j -ésima raza como madre.

- K_j porcentaje de genes en la madre de la raza j .
- K_{ij} porcentaje de loci en el individuo con un gene de de la i -ésima raza y el otro gene de la j -ésima raza.
- H_{ij} efecto de heterosis debido a la interacción de los dos alelos en el mismo locus con los alelos de las razas i y j .
- K_{ii} porcentaje de loci en el padre con un gene de la i -ésima raza y el otro de la i -ésima raza.
- HP_{ii} efecto de la heterosis paterna, debido a la interacción de los dos alelos en el mismo locus, con un alelo de la i -ésima raza y el otro de la i -ésima raza.
- K_{jj} porcentaje de los loci en la madre con un gene de la j -ésima raza y el otro de la j -ésima raza y
- HM_{jj} efecto de la heterosis materna debido a la interacción de los dos alelos en el mismo locus con un alelo de la j -ésima raza y el otro de la j -ésima raza.

Sin embargo, estos dos modelos son incompletos, ya que en el primero los efectos genéticos se muestran de manera general, mientras que en el segundo no se representan los efectos ambientales. Por lo que es necesario analizar la información en un modelo completo, donde se involucren los efectos ambientales y genéticos, siendo este.

$$Y_{ijkp} = \mu + YE H_i + \delta_{i,i} + P_j + S_k + A_{\alpha} K_{\alpha} + A_{\beta} K_{\beta} + H_{\alpha\beta} K_{\alpha\beta} + H_{\alpha h} K_{\alpha h} + K_{\beta k} + M_{\alpha} K_{\alpha} + M_{\beta} K_{\beta} + E_{ijkp}$$

Donde las $a's$, $m's$ y $h's$ representan los parámetros genéticos dados previamente y son estimados como coeficientes de regresión.

Las comparaciones entre las medias se realizó utilizando la prueba de Sheffé debido a las diferencias entre el número de observaciones por grupo.

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza para los efectos ambientales y genéticos, estimados utilizando el modelo 1, se muestra en el Cuadro 2. Los cuadrados medios observados para año-época-hato (YEH) son irrelevantes, ya que es un efecto formado por la combinación de tres variables sin ser replicables, se observaron efectos significativos ($P < 0.01$) de los factores sexo, número de parto y su interacción. Estos resultados están de acuerdo con la mayoría de los trabajos presentados en la literatura, donde se han observado efectos ambientales sobre peso al nacimiento (PN), ganancia diaria al destete (GDD) y peso al destete ajustado a 216 días (PDAJ) no sólo en ganado de carne sino en otras especies Brinks et al., 1967; Crockett et al., 1978; Peacock et al., 1978; Gray et al., 1978; Dillard et al., 1980; Reynolds et al., 1980; Franke et al., 1980; Bailey et al., 1981; Neville et al., 1984; Lawlor et al., 1984; Neville et al., 1985; McElhenney et al., 1985; Olson et al., 1985; Williamson et al., 1985; Reynold et al., 1986; Peacock et al., 1986; Reynoso et al., 1987 y Rojas et al., 1987.

Dillard et al., (1980) consideran que las posibles diferencias en comportamiento de los grupos genéticos, son debido a la aditividad de la raza, heterosis individual y maternal, así como también a los efectos maternos y el valor genético de los sementales usados en los diferentes sistemas de cruzamientos.

Por su parte, la contribución genética de los efectos

maternos y paternos mostraron también significancia estadística ($P < 0.01$) para las variables estudiadas, siendo semejante la contribución entre razas paterna y materna para PN, mientras que para GDD y PDAJ la contribución a través de la raza materna fue mayor que la raza paterna, atribuido esto a los efectos maternos.

Estos resultados han sido manifestados en la literatura tal es el caso de Sagebiel et al., 1973; Long et al., 1974; Gray et al., 1978; Alenda et al., 1981; Gotti et al., 1985 y Dhuyvetter et al., 1985 los cuales indicaron que las crías de toros Charolais tuvieron un mejor comportamiento al ser comparadas con crías de otros sementales, y que las crías de sementales Hereford en general presentaron un comportamiento superior a las razas Angus y Brahman; cabe mencionar que en el presente estudio la raza Brangus fue intermedia, esto se debe quizás a un efecto de heterosis por estar formada por dos razas.

El efecto materno ha sido discutido por Gaines et al., 1966; Sagebiel et al., 1973; Gray et al., 1973; Gray et al., 1978; Lawson et al., 1980 y Robertson et al., 1986 los cuales indican un comportamiento similar al efecto paterno, en donde las crías producidas por hembras Charolais son superiores a las crías producidas por las hembras Hereford, Angus, Brahman y Brangus; sin embargo, los altos pesos al nacimiento limitan el uso de la misma en la producción de ganado.

Con respecto, a la interacción entre la raza del padre

con raza de la madre se observó efecto significativo ($P < 0.05$) sobre las variables GDD y PDAJ. Lo cual indica que las razas maternas no presentan el mismo comportamiento al ser utilizadas con diferentes razas paternas.

En el Cuadro 3. se muestran las medias mínimo cuadráticas para los efectos ambientales sobre las variables estudiadas.

El efecto de sexo indicó que los machos fueron 3% más pesados con respecto a las hembras para peso PN y 7% y 6% superiores en cuanto a GDD y PDAJ. Estos resultados fueron superiores a los reportados por Brinks et al., (1967) en donde la superioridad de los machos fue de 1.13%, 1.24% y 1.23% para PN, GDD y PDAJ respectivamente; Sin embargo, comparados con otros informes son menores; tal es el caso de Long et al., 1974; Gray et al., 1978; Dillard et al., 1980; Knapp et al., 1980; Stewart et al., 1981; Neville et al., 1984; Lawlor et al., 1984; Williamson et al., 1985; Gotti et al., 1985; Olson et al., 1985; McElhenney et al., 1985 y Robertson et al., 1986 en el que mostraron que los machos de las razas puras Charolais, Hereford, Angus y sus cruzas fueron más pesados con respecto a las hembras para PN, GDD y PDAJ respectivamente.

El número de parto, mostró un efecto cuadrático para PN, vacas de segundo y tercer parto tuvieron crías más pesadas que las vacas de cuarto o más partos esto de acuerdo a lo señalado por Revnoso et al., (1987) aunque fueron analizadas diferentes raza y localidades, siendo las crías de

primer parto las más ligeras. Por otro lado, con relación a GDD y PDAJ se observó que los animales nacidos en primer parto fueron 6% inferiores con respecto a los nacidos en los siguientes partos, sin encontrar diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) entre estos últimos. En la literatura se ha analizado edad de la madre al parto lo que esta directamente asociado a número de parto Dillard et al., 1980; Rankin et al., 1980; Robison et al., 1981 y Stewart et al., 1981 mencionaron que los PN, GDD y pesos al destete (PD) se incrementa de acuerdo a la edad de la madre, si esto es cierto los resultados obtenidos en el presente estudio para GDD y PDAJ concuerdan con la mayoría de lo informado en la literatura.

Las medias mínimo cuadráticas del comportamiento de las razas parentales se muestran en el Cuadro 4. Se observó que para PN, la raza paterna Charolais y Brangus (sin mostrar diferencias estadísticas entre ellas $P > 0.05$) fueron ser superiores 5% a las crías de la raza paterna Hereford. Sin embargo, para GDD y PDAJ la raza paterna Charolais mostró 0.726 kg. y 189.0 kg. respectivamente siendo esta superior en un 10% y 9% con relación a las otras razas, que no mostraron ser diferentes estadísticamente entre sí.

Con respecto a las razas maternas, el comportamiento fue diferente a lo anterior, ya que para PN la raza Charolais presento crías más pesadas (33.00 kg.) y diferente estadísticamente ($P < 0.05$) a la de las razas Hereford y Brangus. En cuanto a GDD y PDAJ la raza Brangus y la

Charolais (mostraron sin ser diferentes entre sí $P > 0.05$), un mejor comportamiento que la raza Hereford.

El efecto de interacción para PN no mostró ser significativo; sin embargo, sí se observó efecto significativo ($P < 0.01$) para GDD y PDAJ.

El análisis de los efectos genéticos vistos en este modelo son incompletos, ya que sólo permiten una estimación parcial del comportamiento de las razas utilizadas.

El análisis de varianza utilizando un modelo completo se muestra en el Cuadro 5. El cual puede ser analizado en sus dos efectos principales, a decir el efecto de medio ambiente y el efecto genético, ambos mostraron ser significativos ($P < 0.01$) sobre todas las variables estudiadas. Los efectos ambientales fueron explicados anteriormente, mientras que el efecto genético es analizado de manera más específica en su contribución sobre el fenotipo de PN, GDD y PDAJ. la comparación entre razas puras contra sus cruza representa el promedio de heterosis, esto es, el efecto de dominancia y epistasis. La comparación entre razas, representa el efecto de contribución aditiva de la raza; la comparación entre cruza, representa todos los efectos de habilidad combinatoria general y específica esta última confundida con los efectos maternos.

El promedio de heterosis no mostró diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) en ninguna de las variables estudiadas al ser analizadas en forma general, mientras que el efecto de aditividad o contribución de las

razas mostró ser significativa ($P < 0.01$) para peso PN, GDD y PDAJ.

Al analizar el efecto entre cruzas se observó un efecto significativo ($P < 0.05$) para PN y GDD y ($P < 0.01$) para PDAJ. Sin embargo al analizar sus componentes en forma individual se observó que la habilidad combinatoria general mostró efectos significativos ($P < 0.01$) para todas las variables en estudio, mientras que la habilidad combinatoria específica mostró efecto estadísticamente significativo ($P < 0.05$) para las variables en donde los efectos maternos presentan mayor relevancia en el crecimiento de la cría (GDD y PDAJ).

Las medias mínimo cuadráticas para estos efectos sobre las características estudiadas se muestran en el Cuadro 6.

Los promedios generales para PN, GDD y PDAJ fueron 30.91 kg., 0.67 kg. y 175.50 kg. respectivamente.

Al analizar los promedios de las razas puras contra sus cruzas, no se observó un comportamiento diferente con respecto al promedio en ninguna de las características, siendo los promedios de heterosis de -2.90, 0.93 y 0.24 para PN, GDD y PDAJ respectivamente. Sin embargo, el resultado de este comportamiento podría verse afectado por el número de observaciones dentro de grupos.

Los porcentajes de heterosis para PN concuerdan con los reportados por López *et al.* (1963) los cuales indicaron niveles de -5% hasta 4.5% en cruzas de ganado Charolais. Sin embargo la mayoría de los informes de investigación la respuesta a heterosis es positiva, para GDD y PDAJ los

resultados de este estudio fueron positivas pero inferiores a los mostrados por Panish et al., 1969; Sagebiel et al., 1973; Long y Gregory, 1974; Gray et al., 1978; Crockett et al., 1979; Long et al., 1980; Stewart et al., 1980; Dillard et al., 1980; Knapp et al., 1980; Gotti et al., 1985; Neville et al., 1985; McElhenney et al., 1985 y Peacock et al., 1986.

Al analizar la heterosis individual (Cuadro 7.) para GDD y PDAJ en la cruce Charolais x Hereford y su reciproca mostró 10.17% y 7.48% respectivamente, las cuales fueron superiores a la indicada por los autores antes mencionados. Por otro lado, Franke et al., (1980) y Reynolds et al., (1980) obtuvieron niveles de 21.7% y 15.4% superiores a las encontradas en este estudio en ambas características, pero esta diferencia es debida al tipo de ganado utilizado en los diferentes estudios.

La contribución de aditividad, mostró diferencias estadísticas significativas para las variables estudiadas. para PN la raza Charolais fue la que tuvo una mayor contribución de 3.16 kg. y 6.51 kg. con respecto a la raza Brangus y Hereford, mientras que la raza Brangus fue 1.64 kg. superior a la Hereford ($P < 0.05$). Con respecto a GDD se observó una contribución de la raza Charolais de 0.04 kg. y 0.20 kg. comparada con las razas Brangus y Hereford, mientras que la Brangus con respecto a la Hereford esta fue 0.16 kg. superior. Por su parte, para PDAJ la raza Charolais mostró ser 14.8 kg. y 51.36 kg. superior a las razas Brangus y Hereford respectivamente y la raza Brangus a su vez fue 36.56

kg. superior a la Hereford. Gaines et al., 1966; Sagebiel et al., 1973; Long et al., 1974; Gray et al., 1978; Lawson et al., 1980; Alenda et al., 1981 y Gotti et al., 1985 mencionan que la raza Charolais muestra un comportamiento superior.

La habilidad combinatoria general mostró, que la cruce Charolais x Brangus y su recíproca tuvo una media para PN de 31.92 kg., siendo 7% superior a los otros dos grupos. Con respecto a GDD la cruce Hereford x Brangus y su recíproca mostró un promedio de 0.61 kg. siendo la que mostró el menor comportamiento, y diferente estadísticamente ($P < 0.05$) a la cruce Hereford x Charolais y su recíproca (0.73 kg.) y a la cruce Charolais x Brangus y su recíproca (0.71 kg.). Sin embargo, la cruce Hereford x Charolais y Charolais x Brangus y sus recíprocas no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0.05$).

Para PDAJ las cruces Hereford x Charolais y su recíproca (187.30 kg.) y Charolais x Brangus y su recíproca (184.75 kg.) no mostraron diferencias estadísticas entre sí ($P > 0.05$) pero ambas, fueron 15.5% superiores a la Hereford x Brangus y su recíproca (160.84 kg.).

La habilidad combinatoria específica o efectos maternos no mostró diferencia estadística ($P > 0.05$) para PN en ninguna de las cruces cuando estas fueron comparadas a sus respectivas recíprocas.

Para GDD y PDAJ se observó que la raza Hereford utilizada como semental y la raza Charolais como hembra fue 23% y 19% superiores a su recíproca. La cruce Charolais x

Brangus mostro un mejor comportamiento para GDD y PDAJ de 12% y 10% en comparación a su recíproca, mientras que la cruce Hereford x Brangus fue similar en su comportamiento en GDD y PDAJ a su recíproca ($P < 0.05$).

Con respecto a la contribución de los efectos aditivos Cuadro 8. Los resultados mostraron un 24.20% para PN, 14.35% para GDD, mientras que para PDAJ fue del 17.21%. diaria al destete. Estos resultados muestran que los efectos ambientales fueron más importantes durante la etapa de crecimiento.

La contribución aditiva para las diferentes características estudiadas, e interpretadas como un estimador de heredabilidad, corresponden a las presentadas en la literatura en donde Preston y Willis (1975) indican estimadores de heredabilidad desde -6% hasta del 64% para PN, GDD y PDAJ a 205 días. Estos investigadores citan los trabajos de Viana et al., (1964); Thornton et al., (1960) y Miguel y Cartwright, (1953) los cuales indican heredabilidades de .11, .13 y .15 para PN respectivamente, y para GDD, Koch et al., (1953); Thornton et al., (1960) y Swiger et al., (1962) mostraron heredabilidades de .12, .13 y .14 respectivamente. Finalmente para PDAJ a los 180 y 240 días Knapp y Nordskog (1964) y Lasley (1964) presentan heredabilidades de .12 y .11, sin embargo, Dalton (1980) menciona que para PN los estimadores de heredabilidad muestran un rango de .20 a .59 y para PD de .20 a .50, por su parte Lasley (1979) informa que las heredabilidades para PD

tuvieron un rango de .11 a .25.

Así mismo, estos resultados muestran la importancia de conocer la contribución de las razas, para ser utilizadas como raza materna o paterna debido a la contribución de la habilidad combinatoria general y específica.

CONCLUSIONES

1. La contribución de las razas paternas, presentaron menor variación con respecto a las razas maternas, porque, a través del semental únicamente se pudieron cuantificar los efectos de aditividad, mientras que en las hembras además de contribuir con los efectos de aditividad existen otros efectos los cuales no pueden ser medidos con exactitud, como lo es el medio ambiente uterino.
2. Las razas paternas Charolais y Brangus produjeron crías más pesadas al nacimiento en comparación con las crías producidas por sementales Hereford. Sin embargo, para la ganancia diaria al destete y peso al destete ajustado la raza Paterna Charolais fue superior a las razas Brangus y Hereford.
3. La raza Charolais utilizada como madre produjo crías más pesadas al nacimiento, que las crías producidas por las madres Brangus y Hereford. Por su parte, las mayores ganancias diarias al destete y pesos al destete ajustados fueron obtenidos por las madres Charolais y Brangus, ambas superiores a las crías producidas por madres Hereford.
4. El modelo genético utilizado no detectó niveles de heterosis significativos en su estimación general. Sin embargo, al analizar la heterosis individual, la craza Hereford x Charolais mostraron, para ganancia diaria al destete y peso al destete ajustado valores de

10.17% y 7.48%

5. El valor de aditividad fue mayor en la raza Charolais, intermedio en la raza Brangus, y la raza de menor comportamiento fue Hereford.
6. Se estimaron valores de heredabilidad de .23, .13 y .16 para peso al nacimiento, ganancia diaria al destete y peso al destete ajustado respectivamente.
7. Se observó que la habilidad combinatoria general y específica ambas mostraron ser más importantes durante la fase de crecimiento.

CUADRO 1.- COEFICIENTES DE CONTRIBUCION DE ADITIVIDAD, HETEROSIS Y EFECTOS MATERNALES EN UN CRUZAMIENTO DIALELICO.

		COEFICIENTES DE CONTRIBUCION								
GRUPO GENETICO	NUMERO DE ANIMALES	ADITIVIDAD			HETEROSIS			MATERNALES		
		H	C	B	H	C	B	H	C	B
HEREFORD (H)	268	1	0	0	0	0	0	1	0	0
CHAROLAIS (C)	726	0	1	0	0	0	0	0	1	0
BRANGUS (B)	798	0	0	1	0	0	0	0	0	1
SEMENTAL x HEMBRA										
H x C	4	.5	.5	0	1	0	0	0	1	0
C x H	39	.5	.5	0	1	0	0	1	0	0
H x B	20	.5	0	.5	0	1	0	0	0	1
B x H	30	.5	0	.5	0	1	0	1	0	0
C x B	24	0	.5	.5	0	0	1	0	0	1
B x C	43	0	.5	.5	0	0	1	0	1	0
TOTAL	1952									

CUADRO 2.- ANALISIS DE VARIANZA DE LOS EFECTOS AMBIENTALES Y DE LA RAZA PATERNA Y MATERNA SOBRE PESO AL NACIMIENTO (kg.) GANANCIA DIARIA AL DESTETE (kg.) Y PESO AL DESTETE AJUSTADO A 216 DIAS (kg.) EN UN CRUZAMIENTO DIALELICO.

CUADRADOS MEDIOS				
ORIGEN DE LA VARIACION		PESO AL NACIMIENTO	GANANCIA DIARIA AL DESTETE	PESO AL DESTETE (216 días)
	gl	(kg.)	(kg.)	(Kg.)
EFFECTOS AMBIENTALES.				
AÑO-EPOCA-HATO	5	70.91**	0.94**	41773.47**
ERROR DE (δ_i)	0	-----	-----	-----
SEXO	1	276.29**	0.84**	46280.02**
PARTO	4	252.62**	0.13**	8663.38 **
S x P	4	14.79	0.02	1282.38
EFFECTOS GENETICOS.				
RAZA PATERNA	2	117.14**	0.14**	8358.23**
RAZA MATERNA	2	142.92**	0.37**	20023.53**
RP x RM	4	29.10	0.05*	2581.11*
ERROR	1929	17.94	0.02	1018.33
Coefficientes de determinación (R²)				
		0.28	0.33	0.36

(δ_i) Error de restricción.

* (P < 0.05)

** (P < 0.01)

CUADRO 3.- MEDIAS MINIMO CUADRATICAS DE LOS EFECTOS DE SEXO, NUMERO DE PARTO Y SU INTERACCION, SOBRE PESO AL NACIMIENTO (kg.), GANANCIA DIARIA AL DESTETE (kg.) Y PESO AL DESTETE AJUSTADO A 216 DIAS(Kg.) DE BECERROS PRODUCIDOS EN UN CRUZAMIENTO DIALELICO.

EFECTO ESTUDIADO	MEDIAS MINIMO CUADRATICAS		
	PESO AL NACIMIENTO (Kg.)	GANANCIA DIARIA AL DESTETE (Kg.)	PESO AL DESTETE (216 días) (Kg.)
SEXO			
MACHOS (1)	31.16 ^a	0.71 ^a	183.66 ^a
HEMBRAS (2)	30.31 ^b	0.66 ^b	172.73 ^b
No. DE PARTO			
1	29.55 ^c	0.65 ^b	170.40 ^b
2	31.65 ^a	0.69 ^a	180.13 ^a
3	30.94 ^{ab}	0.69 ^a	180.50 ^a
4	30.86 ^b	0.70 ^a	182.18 ^a
≥ 5	30.68 ^b	0.68 ^a	177.78 ^a
SEXO x No. DE PARTO			
1 x 1	30.17	0.68	177.70
1 x 2	32.27	0.72	187.83
1 x 3	31.23	0.71	184.17
1 x 4	30.93	0.71	185.06
1 x 5	31.19	0.71	183.57
2 x 1	28.93	0.62	163.09
2 x 2	31.03	0.65	172.44
2 x 3	30.65	0.68	176.83
2 x 4	30.78	0.69	179.31
2 x 5	30.18	0.66	172.00

a,b,c Números con distintas letras son diferentes estadísticamente (P < 0.05).

CUADRO 4.- MEDIAS MINIMO CUADRATICAS DE LOS EFECTOS DE RAZA DEL PADRE, RAZA DE LA MADRE Y SU INTERACCION SOBRE PESO AL NACIMIENTO (kg.), GANANCIA DIARIA AL DESTETE (kg.) Y PESO AL DESTETE AJUSTADO A 216 DIAS (kg.) EN UN CRUZAMIENTO DIALECTICO.

EFECTO ESTUDIADO	MEDIAS	MINIMO	CUADRATICAS
	PESO AL NACIMIENTO (kg.)	GANANCIA DIARIA AL DESTETE (kg.)	PESO AL DESTETE (216dias) (kg.)
RAZA DEL PADRE (RP)			
HEREFORD (H)	29.28 ^b	0.65 ^b	170.35 ^b
CHAROLAIS (C)	32.10 ^a	0.73 ^a	189.02 ^a
BRANGUS (B)	30.83 ^a	0.67 ^b	175.22 ^b
RAZA DE LA MADRE (RM)			
HEREFORD (H)	29.45 ^b	0.61 ^b	160.65 ^b
CHAROLAIS (C)	32.73 ^a	0.75 ^a	194.02 ^a
BRANGUS (B)	30.03 ^b	0.69 ^a	179.93 ^a
RP x RM			
H x H	28.57	0.56	148.63
H x C	30.65	0.80	203.43
H x B	28.66	0.60	158.79
C x H	30.20	0.65	171.26
C x C	35.08	0.76	199.99
C x B	31.02	0.76	195.78
B x H	29.60	0.61	161.86
B x C	32.46	0.68	178.60
B x B	30.41	0.72	185.19

a y b Numeros con distintas letras son diferentes estadisticamente (P < 0.05).

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

CUADRO 5.- ANALISIS DE VARIANZA DE LA CONTRIBUCION AMBIENTAL, GENETICA (ADITIVA Y NO ADITIVA) Y EFECTOS MATERNOS SOBRE PESO AL NACIMIENTO (kg.), GANANCIA DIARIA AL AL DESTETE (Kg.) Y PESO AL DESTETE AJUSTADO A 216 DIAS (kg.). ENTRE LAS RAZAS HEREFORD, CHAROLAIS Y BRANGUS EN EL NORTE DE MEXICO.

C U A D R A D O S M E D I O S				
ORIGEN DE LA VARIACION	gl	PESO AL NACIMIENTO	GANANCIA DIARIA AL DESTETE	PESO AL DESTETE (216 días)
		(kg.)	(kg.)	(kg.)
EFFECTO AMBIENTAL.	14	119.82**	0.44**	20988.26**
ANO-EPOCA-HATO	5	67.34**	0.94**	41567.58**
ERROR (δ_i)	0	-----	-----	-----
SEXO	1	275.15**	0.86**	46828.06**
PARTO	4	251.72**	0.13**	8569.52**
SEXO x PARTO	4	14.71	0.02	1222.90
EFFECTOS GENETICOS.	13	1448.16**	0.95**	58658.24**
PROM. DE HETEROSIS (PURAS vs. CRUZADAS)	1	105.60	0.04	3060.76
ENTRE RAZAS (HvsCvsB)	2	5610.99**	3.54**	220604.57**
CONTRIBUCION DE ADITIVIDAD.				
ENTRE CRUZAS.	5	51.54*	0.10*	4000.20**
HCvsHBvsCBvsBCvsBHvsCH.				
ENTRE PARES (HC+CH)vs(HB+BH)vs(CB+BC).HABILIDAD COMBINATORIA GENERAL.	2	107.52**	0.14**	8335.69**
DENTRO DE PARES HCvsCH:HBvsBH:CBvsBC. HABILIDAD COMBINATORIA ESPECIFICA Y/O CONTRIBUCION MATERNAL.	3	14.23	0.06*	2774.88*
E R R O R .	1929	17.94	0.02	1018.33

(δ_i) Error de restricción.

* (p < 0.05)

** (p < 0.01)

CUADRO 6.- MEDIAS MINIMO CUADRATICAS DE LOS EFECTOS GENETICOS DE HETEROSIS, ADITIVIDAD, HABILIDAD COMBINATORIA GENERAL Y ESPECIFICA SOBRE PESO AL NACIMIENTO (kg.), GANANCIA DIARIA AL DESTETE (kg.) Y PESO AL DESTETE AJUSTADO A 216 DIAS(kg.), EN UN CRUZAMIENTO DIALELICO COMPLETO EN LAS RAZAS HEREFORD (H), CHAROLAIS (C) Y BRANGUS (B).

EFFECTO ESTUDIADO	PESO AL NACIMIENTO (kg.)	GANANCIA DIARIA AL DESTETE (kg.)	PESO AL DESTETE (216 días) (kg.)
PROMEDIO DE HETEROSIS			
PURAS	31.35 ^a	0.68 ^a	177.94 ^a
CRUZADAS	30.46 ^a	0.66 ^a	173.13 ^a
ADITIVIDAD			
HEREFORD (H)	28.57 ^c	0.56 ^c	148.63 ^c
CHAROLAIS (C)	35.08 ^a	0.76 ^a	199.99 ^a
BRANGUS (B)	30.41 ^b	0.72 ^b	185.19 ^b
HABILIDAD COMBINATORIA GENERAL			
(HC + CH)	30.25 ^b	0.73 ^a	187.30 ^a
(HB + BH)	29.22 ^b	0.61 ^b	160.84 ^b
(CB + BC)	31.92 ^a	0.71 ^a	184.75 ^a
HABILIDAD COMBINATORIA ESPECIFICA			
HC	30.65 ^a	0.80 ^a	203.43 ^a
CH	30.20 ^a	0.65 ^b	171.26 ^b
HB	28.66 ^a	0.60 ^a	158.79 ^a
BH	29.60 ^a	0.61 ^a	161.86 ^a
CB	31.02 ^a	0.76 ^a	195.78 ^a
BC	32.46 ^a	0.68 ^b	178.60 ^b

^a, ^b y ^c Números con distintas letras son diferentes estadísticamente. (P < 0.05).

CUADRO 7.- PORCENTAJE DE HETEROSIS INDIVIDUAL Y GENERAL ENTRE LAS CRUZAS DE GANADO HEREFORD (H), CHAROLAIS (C) Y BRANGUS (B).

CRUZA	PESO AL NACIMIENTO (kg.)	GANANCIA DIARIA AL DESTETE (kg.)	PESO AL DESTETE (216 días) (kg.)
H x C C x H	-4.39	10.17	7.48
H x B B x H	-1.23	-4.56	-3.94
C x B B x C	-3.08	-2.84	-2.80
PROMEDIO	-2.90	0.93	0.24

CUADRO 8.- CONTRIBUCION DE LOS EFECTOS AMBIENTALES Y GENETICOS. CON RESPECTO A LA VARIACION TOTAL OBSERVADA EN UN CRUZAMIENTO DIALELICO ENTRE LAS RAZAS HEREFORD, CHAROLAIS Y BRANGUS.

EFECTO	C A R A C T E R I S T I C A		
	PESO AL NACIMIENTO (%)	GANANCIA DIARIA AL DESTETE (%)	PESO AL DESTETE (216 días) (%)
AMBIENTAL	3.50	11.76	10.77
GENETICO	24.20	14.35	17.21
Heterosis	0.22	0.08	0.11
Aditividad	23.44	13.52	16.18
H.C.G. (a)	0.45	0.53	0.61
H.C.E. (b)	0.09	0.34	0.31
MICROAMBIENTE	72.29	73.68	72.00
TOTAL	100.00	100.00	100.00

- (a) Habilidad Combinatoria General.
 (b) Habilidad Combinatoria Especifica.

LITERATURA CITADA

Alenda, R. y Martin, G. I.: Estimation of genetic and maternal effects in crossbreed cattle of Angus and Hereford parentage. III.-Optimal breed composition of crossbreed. J. Anim. Sci.. 53:347-353 (1981).

Bailey, M. C.: Calf survival and preweaning growth in divergent beef breeds and crosses. J. Anim. Sci.. 52:1244-1252 (1981).

Becker, A. W.: Manual of Genetic Quantitative. 3er. edition Pullman. Washington State University. 74-78 (1975).

Bowman, C. J.: Selection for Heterosis. Anim. Breeding Abst. 27:261-273 (1959).

Brinks, J. S., Urlick, J. J., Panish, O. F., Knapp, B. W. y Riley, T. J.: Heterosis in preweaning and weaning traits among lines of Hereford Cattle. J. Anim. Sci.. 26: 278-284 (1967).

Carpenter, A. J.: Crossbreeding Systems for Beef Production. Anim. Sci. Depto.. Colorado State University. 8352.1-8352.4 (1975).

Cartwright, T. C., Ellis, F. G. Jr., Kruse, E. W. y Crouch, K. E.: Hybrid vigor in Brahman Hereford crosses. Texas Agr. Exp. Sta. Tech. Monograph 1. (1964).

Cartwright, C.I.: Comparison of F1 cows with purebreds and other crosses. Crossbreeding beef cattle series 2. University of Florida press. Gainesville. 49-63 (1973).

Crockett, R. J., Koger, M. y Franke, E. D.: Rotational crossbreeding of beef cattle: Reproduction by generation. J. Anim. Sci.. 46:1163-1169 (1978).

Crockett, R. J., Baker, S. F. Jr., Carpenter, W. J. y Koger, M.: Preweaning, feedlot and carcass characteristics of calves sired by Continental, Brahman and Brahman-Drive sires in subtropical Florida. J. Anim. Sci.. 49:900-907 (1979).

Crow, J. F.: Alternative hypothesis of hybrid vigor. Genetics 33:447-487 (1948).

Cundiff, V. L. y Gregory, E. K.: Beef cattle breeding. U. S. Government printing office Washington. D. C.:204002. (1977).

Cundiff, V. L.: Experimental results on crossbreeding cattle for beef production. J. Anim. Sci.. 30:694-705 (1970).

Dalton, D. C.: An introduction to practical animal breeding. Granada Publishing Limited-Technical Book Division, Great Britain (1980).

Damon, R. A. Jr., McCraine, E.S., Crown, M. R. y Singlatary, B. C.: Performance of crossbred beef cattle in the Gulf Coast region. J. Anim. Sci., 18:437 (1959). (Citado por Cundiff, 1970).

Damon, R. A. Jr., Harvey, R. W., Singletary, B. C., McCraine, E. S. y Crown, M. R.: Genetic analysis of crossbreeding beef cattle. J. Anim. Sci., 20:849 (1961). (Citado por Cundiff, 1970).

Dhuyvetter, M. J., Frahm, R. R. y Marshall, M. D.: Comparison of Charolais and Limousine as terminal cross sire breeds. J. Anim. Sci., 60:935-941 (1985).

Dickerson, G.: Experimental approaches in utilising bred resources. Anim. Breed Abstr., 37:191-202 (1969).

Dillard, U. E., Rodriguez, O. y Robison, W. O.: Estimation of additive and nonadditive direct and maternal genetic effects from crossbreeding beef cattle. J. Anim. Sci., 50:653-663 (1980).

Ellis, G. F., Cartwright, T. C. y Kruse, W. E.: Heterosis for birth weight in Brahman-Hereford crosses. J. Anim. Sci., 24: (1965).

Falconer, S. D.: Introduction to quantitative genetics. The Ronald press company New York. (1960).

Frahm, R. R.: Genetic Principles of Crossbreeding. Anim. Sci., Depto. Colorado State University. 8351.1-8351.4 (1975).

Frahm, R. R. y Marshall, M. D.: Comparisons among two-breed cross cow groups. I. Cow productivity and calf performance to weaning. J. Anim. Sci., 61:844-855 (1985).

Franke, E. D.: Breed and heterosis effects of American Zebu cattle. J. Anim. Sci., 50:1206-1214 (1980).

Franke, E. D.: Calf weight-cow weight ratios in crossbreeding, Anim. Sci., Research Report. Louisiana Agricultural Experiment Station. 27:9-14 (1986).

Gaines, A. J., McClure, H. W., Vogt, W. D., Carter, C. R. y Kincaid, M. C.: Heterosis from crosses among British breed of beef cattle: Fertility and calf performance to weaning. J. Anim. Sci., 25:5-13 (1966).

Gardner, C. O. y Eberhart, A. S.: Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related population. Biometrics, 22:439 (1966).

Gosey, J.: Practical Breeding Programs. Anim. Sci., Depto., Colorado State University. 1020.1-1020.5 (1983).

Gotti, E. J., Benyshek, L. L. y Kiser, E. T.: Reproductive performance in crosses of Angus, Santa Gertrudis and Gelviah beef cattle. J. Anim. Sci., 61:1017-1022 (1985).

Gray, F. E., Thrift, A. F. y Absher, W. C.: Heterosis expression for preweaning traits under commercial beef cattle conditions. J. Anim. Sci., 47:370-374 (1978).

Gregory, E. K. y Cundiff, V. L.: Crossbreeding in beef cattle: Evaluation of systems. J. Anim., 51:1224-1242 (1980).

Gregory, E. K., Cundiff, V. L. y Koch, M. R.: Comparison of crossbreeding systems and breeding stocks use in suckling herds of continental and temperate areas. Proc. 2nd World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. 5:482 (1982).

Gregory, E. K., Trail, M. C. J., Marples, S. J. H. y Kakonge, J.: Characterization of breeds of *Bos indicus* and *taurus* cattle for maternal and individual traits. J. Anim. Sci., 50:1165-1174 (1985).

Griffing, B.: A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. Heredity. 10:31-50 (1956).

Hayman, B. I.: The theory and analysis of diallel crosses. I Genetics 43:63-85 (1954).

Hayman, B. I.: The theory and analysis of diallel crosses. II Genetics 43:63-85 (1958).

Hayman, B. I.: The theory and analysis of diallel crosses. III Genetics 45:155-172 (1960).

Hill, W. G.: Dominance and epistasis as components of heterosis. Z. Tiers Zuchtungsbiol. 99:161 (Citado por Vásques 1983 y Koch et al.. 1985).

Humes, E. P., Bogart, R., Rowe, E. K. y Schilling, E. P.: Heterosis among inbred lines of Hereford cattle for preweaning and weaning traits. J. Anim. Sci., 36: 466-470 (1973).

I.N.E.G.I.: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. VI Censo Agrícola-Ganadero y Ejidal. Resumen General. (1981).

Kibler, H. H.: Energy metabolism and cardio-respiratory activities in Shorthorn, Santa Gertrudis and Brahman heifers during growth in 50° and 80° temperatures. Res. Bul. 643, Agr. Expt. Sta., Univ. Mo., Columbia, Mo. (1957). (Citado por Rankin, et. al. 1978).

Klosterman, E. W., Cahill, R. V. y Parker, C. F.: A comparison of the Hereford and Charolais breeds and their crosses under two systems of management. Ohio Agr. Res. and Dev. Center, Res. Bull. 1011. (1968). (Citado por Cundiff, 1970).

Knapp, W. B., Pahnish, F. O., Urlick, J. J., Brinks, S. J. y Richardson, V. G.: Preweaning and weaning heterosis for maternal effects of beef x beef and beef x dairy crosses. J. Anim. Sci., 50:800-807 (1980).

Koch, M. R., Dickerson, E. G., Cundiff, V. L. y Gregory, E. K.: Heterosis retained in advanced generations of crosses among Angus and Hereford cattle. J. Anim. Sci., 60:1117-1132 (1985).

Koger, M., Jilek, F. A., Burns, C. W. y Crockett, R. R.: Sire effects for specific combining ability in purebred and crossbred cattle. J. Anim. Sci., 40:2230-234 (1975).

Koger, M.: Effective crossbreeding systems utilizing Zebu cattle. J. Anim. Sci., 50:1215-1220 (1980).

Lamb, A. M. y Tess, W. M.: Evaluation of crossbreeding systems for small herds. I.- Single-sire systems. J. Anim. Sci., 67:28-39 (1989).

Lamb, A. M. and Tess, W. M.: Evaluation of crossbreeding systems for small herds. II.- Two-sired systems. J. Anim. Sci., 67:40-47 (1989).

Lasley, F. J.: Genética del mejoramiento del ganado. Unión Tipográfica Editoriaial Hispano-Americana. S. A. de C. V. (1979).

Lawlor, J. T. Jr., Kress, D. D., Doornbos, E. D. y Anderson, C. D.: Performance of crosses among Hereford, Angus and Simmental cattle with different levels of Simmental breeding. I.- Preweaning growth and survival. J. Anim. Sci. 58:1321-1328 (1984).

Lawson, E. J., Fredeen, T. H., Newman, A. J. y Rahnefeld, W. G.: Crosses of three exotic and three British Breeds: Performance in two environments of two-year-old cows and their calves. Canadian J. of Anim. Sci., 60:811-824 (1980).

Long, R. C., Fitzhugh, A. H. Jr. y Cartwright, C. T.: Factors affecting efficiency of beef production. J. Anim. Sci., Abstr. 32:384 (1971).

Long, R. C. y Gregory, E. K.: Heterosis and breed effects in preweaning traits of Angus, Hereford and reciprocal cross calves. *J. Anim. Sci.*, 39:11-17 (1974).

Long, R. C.: Crossbreeding for beef production: Experimental results. *J. Anim. Sci.*, 51:1197-1223 (1980).

López, S. C., Cayandoli, H., Igartua, A. O., Joandet, E. G., Cabrini, J. E., Villar, A. J., Sivori, H. I., Hernandez, O., Covas, G. y Kugler, F. W.: Cruzas con Charoles en la región Pampeana. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. Argentina. Boletín Técnico, 6 (1963).

Marshall, M. D., Frahm, R. R. y Chenette, G. C.: Performance to weaning of three-breed cross calves sired by Charolais and Limousin bull. *Anim. Sci. Res. Report. Oklahoma Agricultural Experiment Station*, 34-36 (1981).

Marshall, M. D. y Frahm, R. R.: Comparisons among two-breed cross cow groups. III.- Economic evaluation of calf production. *J. Anim. Sci.*, 62:1481-1491 (1986).

McElhenney, H.W., Long, R. C., Baker, F. J. y Cartwright, C. T.: Production characters of first generation cows of a five-breed diallel. Reproduction of young cows and preweaning performance of calves by two third-breed sires. *J. Anim. Sci.*, 63:55-65 (1985).

Neville, E. W. Jr., Mullinix, G. B. Jr. y McCormick, C. W.: Grading and rotational crossbreeding of beef cattle. II.- Calf performance to weaning. *J. Anim. Sci.*, 58:38-46 (1984).

Neville, E. W. Jr., Utley, R. P. y McCormick, C. W.: Comparative performance of straightbred and crossbred (F1) sires. *J. Anim. Sci.*, 60:632-643 (1985).

Olson, A. T., Dijk Van, A., Koger, M., Hargrove, D. D. y Franke, E. D.: Additive and heterosis effects on preweaning traits, maternal ability and reproduction from crossing of the Angus and Brown Swiss breeds in Florida. *J. Anim. Sci.*, 61:1121-1130 (1985).

Panish, O. F., Brinks, S. J., Knapp, W. B., Urick, J. J., Riley, M. T. y Wilson, S. F.: Preliminary summary, preweaning and postweaning performance, first crosses from beef x beef and beef x dairy matings. Beef Cattle Research Branch Animal Husbandry Research Division, A.R.S., U.S.D.A. and Montana Agr. Exp. Sta., Miles City, Montana (mimeo.). (1968). (Citado por Cundiff, 1970).

Panish, O. F., Brinks, S. J., Urick, J. J., Knapp, W. B. y Riley, M. T.: Results from crossing beef x beef and beef x dairy breeds: Calf performance to weaning. *J. Anim. Sci.*, 28:291 (1969). (Citado por Cundiff, 1970).

Peacock, M. F., Koger, M. y Hodges, M. E.: Weaning traits of Angus, Brannan, Charolais and F1 crosses of these breeds. J. Anim. Sci., 47:366-369 (1978).

Peacock, M. F., Koger, M. y Olson, A. I.: Heterosis levels from matings utilizing crossbred sires. J. Anim. Sci., 62:47-53 (1986).

Plasee, D.: Basic problems involved in breeding cattle in Latin America. Crossbreeding beef cattle series 2. University of Florida press, Gainesville. 383-394 (1973).

Preston, I. R. y Willis, M. B.: Intensive beef production 2th. ed. Great Britain (1975).

Rankin, J. B., Shafer, M. S., Neville, P. S. y Holland, A. L.: Crossbreeding Hereford and Brangus Cattle in varied Southwestern environments. Agr. Exp. Sta., New Mexico State University. Bulletin. 661 (1978).

Rankin, J. B.: Maternal effects of crossbred vs straightbred cows. Anim. Sci. 72nd Annual Meeting, Cornell University ITHACA, N. Y. Abst. 56:128 (1980).

Reynolds, L. W., Rouen, M. t., Moin, S. y Koonce, L. K.: Factors influencing gestation length, birth weight and calf survival of Angus, Zebu and Zebu cross beef cattle. J. Anim. Sci., 51:860-867 (1980).

Reynolds, L. W., Bellows, A. R., Urick, J. J. y Knapp, W. B.: Crossing beef x beef and beef x Brown Swiss. Pregnancy rate, calf survival, weaning age and rate. J. Anim. Sci., 63:8-16 (1986).

Reynoso, C. O., Villarreal y Puga, M. y Vasquez P. C.: Análisis del crecimiento hasta el destete de animales *boe taurus* x *boe indicus* criados bajo condiciones tropicales de México. Tec. Pec. en Mex. 25:271-280 (1987).

Robertson, L. R., Sanders, O. J. y Cartwright, C. T.: Direct and maternal genetic effects on preweaning characters of Brahman, Hereford and Brahman-Hereford crossbreed cattle. J. Anim. Sci., 63:438-446 (1986).

Robison, W. O., McDaniel, T. B. y Rincon, J. E.: Estimation of direct and maternal additive and heterotic effects from crossbreeding experiments in animals. J. Anim. Sci., 52:44-50 (1981).

Rojas, B. E.J., Reynoso, C. O., Lagunes, J. y Vásquez, P. G. C.: Comportamiento productivo del ganado Brahman e Indobrasil en clima subtropical humedo. I. Comportamiento al destete. Tec. Pec. en Mex. 25:281-288 (1987).

Rollins, W. C., Carroll, D. F. e Ittner, R. N.: Comparison of the performance of 3/4 Hereford-1/4 Brahman calves with Hereford calves in a variable climate. J. Agr. Sci., 62:83 (1964). (Citado por Rankin et al., 1978).

Sagebiel, A. J., Krause, F. G., Sibbit, B., Langford, L., Dyer, J. A. y Lasley, F. J.: Effect of heterosis and maternal influence on gestation length and birth weight in reciprocal cross among Angus, Charolais and Hereford cattle. J. Anim. Sci., 37:1273-1278 (1973).

S.A.R.H. "El desarrollo agroindustrial y la ganadería en México". (1982).

SAS User's Guide.: Statistical Analysis Systems Institute, Inc. Cary, NC (5th ed). (1985).

Sau Navarro, M. A., Torres, H. G., Vásquez, P. C. y Gonzalez, C. F.: Aptitud de producción probable en vacas Brangus y Charolais bajo condiciones de agostadero en Sonora. Tec. Pec. en Méx. 26:121-128 (1988).

Stewart, S. T., Long, R. C. y Cartwright, C. T.: Characterization of cattle of a five-breed diallel. III.- Puberty in bulls and heifers. J. Anim. Sci., 50:808-820 (1980).

Stewart, S. T. y Martin, G. T.: Mature weight, maturation rate, maternal performance and their interrelationships in purebred and crossbred cows of Angus and milking Shorthorn parentage. J. Anim. Sci., 52:151-156 (1981).

Trail, M. C. J., Gregory, E. K., Marples, S. J. H. y Kakonge, J.: Comparison of *Boe indicus* breeds of cattle for maternal and individual traits. J. Anim. Sci., 50:1181-1187 (1985).

Vásquez, P. C.: Otro enfoque de la estimación de los efectos genéticos aditivos, dominantes y epistáticos expresados en dos loci. Tec. Pec. en Méx. 45:45-52 (1983).

Warwick, E. J.: Crossbreeding and line crossing beef cattle experimental results. Word. Rev. of Anim. Prod. Vol. IV. 37:19-20 (1968).

Warwick, E. J. y Legates, J. E.: Cría y mejora del ganado. 3a. edición, McGraw-Hill. (1980).

Willham, L. R.: Genetic consequences of crossbreeding. J. Anim. Sci., 30:690-693 (1970).

Williamson, D. W. y Humes, E. P.: Evaluation of crossbred Brahman and Continental European beef cattle in a subtropical environment for birth and weaning traits. J. Anim. Sci., 61:1137-1145 (1985).