

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA

PRODUCTIVIDAD HASTA EL DESTETE DE VACAS LIMOUSIN Y ANGUS EN EL
ALTIPLANO CENTRAL MEXICANO.

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

JOCELYN SANTOYO LIAHUT

Asesores:

MVZ PhD Joel Hernández Cerón
MVZ PhD Guillermo Martínez Velázquez

México, D. F. Junio 2010



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 esta 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.

DEDICATORIA

A nuestra madre conjunta, Tierra.

AGRADECIMIENTOS

... A mis padres y a mi familia, por confiar que esto era posible...

...A mis asesores, por su tiempo y consejo...

... A mis profesores, por darme la herramienta de pensar y de ejercer el pensamiento...

...A mis amigos, por creer en mí y ayudarme cuando fue necesario...

CONTENIDÓ

	Página
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
MATERIAL Y METODOS.....	14
RESULTADOS.....	20
DISCUSIÓN.....	30
CONCLUSIONES.....	35
REFERENCIAS.....	36

RESUMEN

SANTOYO LIAHUT JOCELYN. Productividad hasta el destete de vacas Angus y Limousin en el altiplano central mexicano (bajo la dirección de: MVZ, PhD Joel Hernández Cerón, MVZ, PhD Guillermo Martínez Velázquez)

La información sobre productividad al destete de vacas de razas cárnicas bajo condiciones de México es escasa. Se comparó el comportamiento productivo de vacas Angus y Limousin bajo condiciones semiáridas del Altiplano Central Mexicano, evaluando peso al nacer (PNAC), peso al destete ajustado a 205 días (PA205) y productividad: fertilidad (FERT), kg de becerro parido (KGBNAC) y kg de becerro destetado (KGBDEST) por vaca expuesta a empadrear; El estudio se realizó con información de 10 años generada en el rancho demostrativo "Santo Domingo" del INIFAP (Jalisco). Los datos se analizaron con el procedimiento GLM, SAS. Los modelos para PNAC y PA205 incluyeron efectos de raza de la vaca (RZ), sexo de la cría (SX), número de parto (NPART) y la interacción SX*NPART. Los modelos para FERT, KGBNAC y KGBDEST incluyeron el efecto fijo de RZ. Para todas las variables los modelos finales incluyen interacciones de factores que resultaron significativos ($P < 0.05$) en análisis preliminares. Para PNAC: RZ ($P < 0.05$) obtuvo 36.44 ± 0.33 y 29.52 ± 0.32 kg para Limousin y Angus, SX ($P < 0.05$) obtuvo 32.11 ± 0.30 y 33.85 ± 0.31 kg para hembras y machos, la interacción SX*NPART ($P < 0.05$) y NPART ($P > 0.05$). Para PA205: RZ ($P > 0.05$), SX ($P < 0.05$) obtuvo 194.07 ± 1.59 y 206.15 ± 1.66 kg para hembras y machos, y la interacción SX*NPART ($P > 0.05$). Para FERT ($P > 0.05$), KGBNAC RZ ($P < 0.05$) obtuvo 18.86 ± 1.12 y 21.94 ± 0.98 kg para vacas Angus y Limousin. Para KGBDEST RZ ($P < 0.05$) obtuvo 145.52 ± 6.72 y 128.80 ± 6.45 kg para vacas Angus y Limousin. Los resultados sugieren que las vacas Angus, son más productivas bajo las condiciones del presente estudio.

INTRODUCCIÓN

La ganadería productora de carne comprende principalmente la producción de novillos para abasto, la cría de becerros para la exportación y la producción de pie de cría, siendo los sistemas básicos de explotación, el intensivo o engorda en corral y el extensivo o engorda en praderas y agostaderos en las diferentes regiones del país. El 33.9 % de la producción de carne en el ámbito nacional, se localiza en las regiones áridas y semiáridas, donde predominan las razas europeas puras como la Hereford, Angus y Charolais, y se caracteriza por tener tanto el sistema de producción vaca-becerro, como la engorda en corral, cuyo mercado tradicional ha sido la exportación hacia Estados Unidos de América. (SAGARPA, 2006)

La información acerca de eficiencia en la producción de becerros al destete de las razas Angus y Limousin bajo condiciones áridas y semiáridas de México es escasa o nula. Lo cual indica que no existen análisis de datos publicados que mencionen el desempeño productivo de las razas Angus y Limousin bajo estas condiciones agroecológicas.

Para mejorar la eficiencia en la producción de becerros destinado a la engorda es importante evaluar tanto las características simples como las complejas que determinan esta eficiencia. Así, estudiar variables como el peso al nacer y al destete y los kilogramos de becerro nacido o de becerro destetado por vaca expuesta a empadre contribuye al diseño de estrategias de manejo que permitan incrementar la eficiencia productiva en las explotaciones ganaderas de razas Angus y Limousin.

La presente investigación tiene como objetivo la comparación del comportamiento productivo de vacas Angus y Limousin bajo las condiciones de la región árida y semiárida del Altiplano Central Mexicano por medio de la evaluación del peso al nacimiento y peso al destete ajustado a 205 días de sus becerros, y los

kilogramos de becerro parido y de becerro destetado por vaca expuesta a empadre de ambas razas.

Revisión de literatura

Productividad

En la ganadería de carne la producción de becerros por vaca durante su vida productiva, la sobrevivencia y los pesos al nacimiento y al destete de los mismos constituyen lo que será considerado como productividad.

La rentabilidad de la ganadería de carne depende en gran parte de este factor. El ganadero requiere un criterio de selección para sus reemplazos, buscando que las hembras que se quedarán como futuras reproductoras tengan un potencial de producción superior al promedio del grupo del cual provienen (Hernández, 2006).

La productividad a lo largo de la vida de la vaca es un parámetro importante para medir eficiencia en producción de carne y está en función de la fertilidad, habilidad materna y sobrevivencia de la vaca y su descendencia. Las vacas con una vida productiva más larga serán genéticamente superiores por longevidad y desempeño reproductivo (Martínez *et al.*, 2004). El costo de los productos de origen animal depende primeramente de la eficiencia de la productividad de la hembra, la reproducción y el crecimiento de la cría (Dickerson, 1970; Lasley *et al.*, 1973).

La habilidad de las vacas de tener una vida larga y productiva es importante para los productores de carne porque una vida productiva más prolongada significa menores costos en la crianza de reemplazos, menos vacas jóvenes y por lo tanto un mayor número de becerros con mayor peso disponibles para venta (Rendel *et al.*, 1950).

Se ha observado que la productividad en ganado productor de carne se ve influenciada por diversos factores, entre ellos: el sexo de la cría, la edad de la madre al parto, el año de nacimiento, la región geográfica (Rojas, 1987).

Los factores no genéticos que determinan la variación del crecimiento en las distintas etapas de la vida del animal, son diferentes en magnitud relativa según la zona ecológica y el sistema de explotación (Plasse *et al.*, 1978).

La habilidad materna es un carácter complejo, que incluye la producción de leche y un conjunto de factores etológicos que caracterizan la forma de atención que la vaca presta a su ternero (a). Entre el 30 y 40% del crecimiento total que realiza un macho o una hembra durante toda su vida, se produce en los siete u ocho meses entre el nacimiento y el destete y lo hace en gran parte con la leche de la madre. Este factor de efecto productivo puede medirse por medio del peso al destete ajustado a los 205 días (Castro, 1984).

Peso al Nacimiento

El peso al nacimiento es el primer indicador de crecimiento que se puede evaluar en los animales con respecto al desarrollo en el periodo prenatal, el cual depende en parte de la condición corporal de la madre durante la gestación, particularmente en el último tercio de la misma (Portillo *et al.*, 1993)

Es una característica de producción de importancia conocida. Animales con bajo peso al nacer o con peso demasiado alto, cuentan con menos posibilidades de sobrevivir que animales de peso mediano (Peña de Borsotti *et al.*, 1974; Robertson *et al.*, 1986).

Por otra parte el peso al nacimiento tiene relación positiva con pesos posteriores, además de que está asociado con problemas de distocia (Morris *et al.*, 1982; Garrick *et al.*, 1989; Bellows *et al.*, 1996). Animales con bajo peso al nacer o con peso demasiado alto, cuentan con menos probabilidades de sobrevivir que animales de peso mediano (Peña de Borsotti *et al.*, 1974; Robertson *et al.*, 1986).

Diferencias importantes en peso al nacimiento entre razas, considerando al peso al nacimiento como consecuencia de la habilidad materna prenatal han reportado la superioridad del ganado Angus sobre el Charoláis y Hereford (Alenda *et al.*, 1980).

De manera similar se ha establecido la importancia del tamaño de la vaca para el peso al nacimiento. Algunos estudios mencionan que los pesos al nacimiento están influenciados por el tamaño de la vaca (Stewart y Martin, 1981; Fiss y Wilton, 1993; Vargas *et al.*, 1999). Esto último por la relación que guarda con la capacidad uterina de la vaca para alojar el feto, el cual influye en el espacio para frenar o permitir el crecimiento fetal y asimismo afectar el peso al nacimiento de la cría (Chowdhary y Barht, 1979). También se ha indicado que el peso al nacimiento está correlacionado con la altura a la grupa de vacas adultas (Jenkins *et al.*, 1991).

Varios autores han estudiado la influencia de la edad de la madre al parto sobre el peso al nacimiento y han detectado un efecto estadísticamente significativo hasta el sexto o séptimo año de edad de la madre con una tendencia a disminuir en los años posteriores (Koch y Clark 1955; Lasley *et al.*, 1961; Brinks *et al.*, 1962). Un estudio en el cual se realizó la regresión del peso al nacimiento sobre la edad de la madre hasta los 6 años, mostró un incremento lineal de 0.100 kg para cada incremento de un mes en la edad de la madre. El análisis realizado para cada sexo, no se desvió significativamente de la línea observada en forma global (Dawson *et al.*, 1947).

El incremento en el peso al nacimiento de becerros de vacas de tres años de edad contra las de dos años de edad fue encontrado considerablemente mayor que el incremento en cualquier otra comparación entre años consecutivos. (Eckles, 1919; Fitch, McGilliard y Drum, 1924; Knapp *et al.*, 1940; Knapp *et al.*, 1942; Braude y Walker, 1949; Burris y Blunn, 1952).

El efecto del año de nacimiento en el peso al nacimiento ha sido evaluado en diversas ocasiones. Bajo condiciones relativamente uniformes de manejo han sido obtenidos resultados donde el efecto de año no es estadísticamente significativo. Además la madre es capaz de proteger a la cría no nata, en cierta medida, contra las deficiencias en su alimentación basándose en las reservas energéticas de su propio cuerpo, lo cual también puede ser un factor parcial en la reducción de la variación en el peso al nacer. En estudios posteriores el efecto de año de nacimiento ha sido estadísticamente significativo, por lo que ha sido interpretado como reflejo de las diferentes condiciones que se presentaron en los diferentes años, diferencias en las condiciones medio ambientales, de manejo y alimentación. (Ellis *et al.*, 1965; Plasse *et al.*, 1978; Nelson y Beavers, 1982; Reynoso, 1985).

Las diferencias en el peso al nacimiento por sexo de la cría, han sido establecidas desde hace varios años. El peso al nacimiento de los machos es significativamente mayor que el de las hembras. Entre las razas de bovinos especializadas en producción de carne se han registrado diferencias de 1.9 a 2.6 kg con un promedio de 2.1 kg más en becerros. (Knapp *et al.*, 1940; Knapp *et al.*, 1942; Dawson *et al.*, 1947; Woolfolk y Knapp, 1949; Gregory *et al.*, 1950; Burris y Blunn, 1952).

Algunos estudios han encontrado diferencias en la longitud de gestación dependiendo del sexo de la cría en ganado Angus (Burris y Blunn, 1952). Sin embargo también ha habido casos donde las diferencias no han sido significativas (Livesay y Bee, 1945). Existe una relación entre gestaciones más largas y pesos al nacimiento mayores. Se ha reportado un aumento de 400g en el peso al nacimiento de la cría por día incrementado en la duración de la gestación (Knapp *et al.*, 1940; Braude y Walker, 1949; Jasper, 1950).

Peso al Destete

La habilidad de una vaca para destetar un becerro pesado y de buena calidad cada 12 meses es uno de los factores económicos más importantes para el productor. (Minyard y Dinkel, 1965)

Uno de los objetivos más importantes en la producción de bovinos de carne es producir becerros con el mayor peso posible a una edad constante. Varios estudios demuestran la influencia de la vaca con el peso al destete de sus crías, a través de su habilidad materna y la capacidad genética de crecimiento del becerro. (Nelson *et al.*, 1982; Croak:Brossman *et al.*, 1984; Montaña-Bermúdez y Nielsen, 1990).

El peso al destete está influenciado por la producción de leche de la vaca (Neville, 1962; Melton *et al.*, 1967; Rutledge *et al.*, 1971; Notter *et al.*, 1978; Reynolds *et al.*, 1978; Boggs *et al.*, 1980) Se ha reportado que esta influencia en el peso al destete se relaciona en un 20-60% por el volumen de leche que consume el becerro, la correlación que existe entre producción de leche y peso al destete varía entre 0.44 y 0.63 por lo que las características del peso al destete son función de la vaca pero se expresan a través del becerro (Cunningham y Henderson, 1965).

El efecto del sexo de la cría sobre el peso al destete ha sido identificado como significativo por varios autores (Koger y Knox, 1945; Brinks *et al.*, 1961; Ellis *et al.*, 1965; Reynoso, 1985). Se ha explicado que las diferencias se deben a que el ambiente fisiológico endócrino en el cual se desenvuelve el animal se encuentra establecido por el sexo. Los machos enteros pesan entre 5 y 30% más que las hembras, dependiendo la etapa de crecimiento (Crockett *et al.*, 1978; Peacock *et al.*, 1978; Crocket *et al.*, 1979, Dillard, 1980; Olson *et al.*, 1985; Reynoso, 1985; Rojas, 1987; Comerford 1988) Diferencias de 25 kg, al momento del destete a favor de los machos enteros con respecto a los novillos fueron encontrados

(Cundiff, 1966) Estas diferencias son superiores a las reportadas en otros estudios que las ubicaron entre 10 y 21 kg entre toros y vaquillas, animales que en promedio fueron destetados entre los 205 y 210 días (Burguess *et al.*, 1954; Minyard y Dinkel, 1965). Se ha mencionado también que los machos resisten más los efectos de una baja producción de leche que las hembras, lo cual se refleja en una ganancia de peso menor de estas últimas (Keller *et al.*, 1978; Rojas, 1987).

La edad de la vaca tiene un efecto significativo sobre el peso al destete, se ha observado que vacas de 5 a 9 partos producen becerros más pesados que las vacas de 2 a 3 partos (Francoise *et al.*, 1973; Borgognon y Quevedo, 1976) La causa de esta diferencia se debe quizá a que los animales más viejos han pasado varios filtros de desecho, lo cual ocasiona que se queden en el hato las vacas con una mayor eficiencia productiva (Hohenboken y Brinks, 1969). Otros estudios concuerdan que el efecto de la edad de la madre al parto sobre el peso al destete están relacionados, y que los pesos al destete incrementan con cierta tendencia hasta los 6 años de la edad de las vacas, para posteriormente declinar a partir de los 9 o 10 años (Plasse, 1978; Cundiff, 1966; Reynolds *et al.*, 1982; Ellis *et al.*, 1965).

Algunos autores justifican que el efecto de la edad de la madre sobre este peso probablemente sea reflejo de cambios en la habilidad lechera de la madre (Koch y Clark, 1955; Neville 1962, Drewry *et al.*, 1969).

Otros factores importantes en la evaluación del número del parto y/o edad de la vaca son la edad del ternero al destete, variaciones de alimentación y de manejo dentro y entre años. Todas estas variaciones también están asociadas a las modificaciones morfo-fisiológicas, sufridas por las vacas, con el avanzar de la edad o el número de partos. Varios autores han observado diferencias estadísticamente significativas de la edad o el número de partos con relación al peso al destete (Martínez *et al.*, 1989; Mascioli *et al.*, 1997; Pimenta *et al.*, 2001).

Las variaciones de los pesos al destete a través de los años pueden ser atribuidas a las diferentes condiciones ambientales, de manejo y/o al probable cambio en la composición del hato, que afectaron el ritmo de crecimiento en etapas anteriores al momento de destete. Se ha observado que los pesos al destete están muy relacionados a la fluctuación en la disponibilidad de alimentos, debido a la abundancia o escasez de las pasturas, originadas por cambios en las precipitaciones anuales o modificaciones en el desarrollo de las praderas; dichas fluctuaciones afectan la producción de leche de las madres. (Plasse, 1978; Ossa *et al.*, 2005). Un estudio donde se sometieron a diferentes dietas a grupos de novillos gemelos idénticos, se reportó un efecto de dieta en cada grupo, y se comprobó la importancia del ambiente sobre las características de crecimiento (Kress *et al.*, 1971).

Se ha observado que los becerros con alto potencial de crecimiento corresponden en su mayoría, a vacas grandes con capacidad de crecimiento alta y a su vez habilidad para producir becerros pesados (Zea y Díaz, 1990).

Los incrementos en el peso de la vaca o en la producción de leche son asociados con incrementos en el peso al destete de sus crías. (Benyshek y Marlowe, 1973; McMorris y Wilton, 1986) En un estudio sobre vida productiva de vacas Angus, Milking Shorthorn y sus cruzas recíprocas, encontraron que al incrementar ($P < 0.01$) el peso de la vaca en 100 kg, el peso al destete de las crías aumentó en 13.2 kg, pero el número de becerros producidos disminuyó (0.7 becerros, $P < 0.05$) (Stewart y Martin, 1981) Similarmente, en otro estudio se estimó que por cada 100 kg de incremento en el peso maduro de la vaca hubo un aumento ($P < 0.05$) de 6.5 kg en el peso al destete del becerro (Marshall *et al.*, 1984).

Estudios para evaluar la eficiencia en el ciclo de vida de los bovinos productores de carne, mostraron que las vacas pequeñas destetaron más kilogramos de becerro por kg de alimento que las vacas más grandes; además,

demonstraron que las vacas grandes alimentadas con una dieta alta en energía no aumentaron el número ni el peso total de becerros destetados. (Davis *et al.*, 1983) En otras palabras, el suministro de mayor cantidad de energía a las vacas grandes no incrementó su eficiencia productiva. Estos resultados sugieren que aunque las vacas grandes pueden producir becerros grandes, su eficiencia puede no ser la óptima (Hernández, 2006).

También se ha encontrado que el peso al destete se ha afectado por el tamaño de la vaca con base a la altura a la grupa, sólo en vacas de primer ($P < 0.001$) y tercer ($P < 0.05$) parto, las crías de vacas grandes tuvieron mayores pesos al destete que las crías de vacas medianas. (Vargas *et al.*, 1999). En contraste otros estudios no han encontrado relación entre el peso de la vaca y el peso de la cría al destete. (López de Torre *et al.*, 1992, Fiss y Wilton 1993).

La investigación existente relacionada con la interacción de factores influyentes en el peso al destete es limitada (Cundiff *et al.*, 1966; Harwin *et al.*, 1966; Sellers *et al.*, 1970).

Ajuste del peso al destete a 205 días

El objetivo de pesar al destete es evaluar el crecimiento de las crías hasta el destete junto a la aptitud materna, que involucra la producción de leche de los vientres. El peso al destete posee efectos directos, el peso al destete propiamente dicho; y efectos indirectos, la aptitud materna. Esto significa que el peso se ve afectado por los genes del ternero en cuanto a crecimiento, más el potencial genético de la madre en aptitud lechera, además de los factores ambientales que lo influyen. Para obtener las mejores estimaciones del valor genético para peso al destete, es necesario ajustar los registros individuales de los terneros a una base patrón (A.A.C.H., 1996; Arias *et al.*, 2003)

En diversos estudios se han encontrado valores del peso al destete ajustado a los 205 días con valores desde 169 ± 81 hasta 216.6 ± 50.5 kg para becerros Angus y de 188 ± 64 hasta 285 ± 1.54 kg para becerros Limousin (Núñez-Domínguez *et al.*, 1993; Jenkins y Ferrell, 1994; Szabo *et al.*, 2004).

Fertilidad

La reproducción es el factor más importante en la producción bajo el sistema vaca-cría. El objetivo de cualquier productor serio que trabaje bajo el sistema vaca-cría es incrementar al máximo el número de vacas y vaquillas que quedan gestantes y además lleguen exitosamente a parto. Por lo que la fertilidad es muy importante. (Smith, 2010). Se han estimado valores de fertilidad (porcentaje de vacas paridas del total expuesto a empadre) de 71.3% a 87% para Limousin y de 73% a 95% para Angus (Comerford, 1987; DeRouen, 1989; Jenkins y Ferrell, 1994).

Peso al nacimiento por vaca expuesta a empadre

Es un parámetro para evaluar la productividad de la vaca que ha sido empleado de manera escasa. Incluye parámetros que indican eficiencia reproductiva hasta el término de la gestación. Involucra la tasa de preñez de la vaca, la fertilidad y el peso al nacimiento de la cría (Martínez *et al.*, 2008).

Peso de becerro destetado por vaca expuesta a empadre

Considerando la importancia del tamaño de la vaca en variables de productividad, se han utilizado varios indicadores de eficiencia biológica hasta el destete en explotaciones de bovinos productores de carne. El peso al destete del becerro como resultado de las vacas expuestas al empadre, puede ser utilizado como un indicador de la eficiencia productiva del hato, debido a que considera la

tasa de preñez, la fertilidad y la sobrevivencia pre-destete del becerro, además del peso al destete de la cría (Ornelas, 1987; Hernández, 2006; Martínez *et al.*, 2008). Se ha estimado que el peso al destete del becerro por vaca expuesta al empadre se redujo en 17 kg por cada 100 kg de incremento en el peso vivo de las vacas (Marshal *et al.*, 1984).

El indicador kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta al empadre fue utilizado para estimar la eficiencia de producción para nueve razas bovinas, considerando diferentes niveles de consumo de materia seca; los autores de este estudio encontraron que con un consumo de materia seca anual menor que 4,100 kg las vacas Red Poll, la más pequeña de las nueve razas, presentaron mayor ($P < 0.05$) productividad que las otras razas; cuando el consumo de materia seca se incrementó, el efecto de la interacción de la raza por consumo de materia, resultó en cambios en la jerarquización de las razas. Por ejemplo, todas las razas presentaron una tendencia a incrementar su productividad cuando consumieron 5,000 kg de materia seca por año; sin embargo a medida que el consumo aumento a 6,500 kg, las razas Charolais, Limousin, Gerlbviah, Simmental, Braunvieh y Pinzgauer fueron más eficientes ($P < 0.05$) que Angus, Hereford y Red Poll (Jenkins y Ferrell, 1994).

Un estudio donde se evaluó el peso del becerro al destete por vaca expuesta al empadre, mostró que las vacas grandes de primer parto destetaron menos kilogramos ($p = 0.08$) que las pequeñas y medianas. Las vacas grandes de segundo ($p = 0.16$) y tercer parto ($p = 0.28$) no produjeron becerros más pesados que las pequeñas y medianas. (Vargas *et al.*, 1999) Sin embargo, lo contrario fue observado en otro estudio donde las vacas grandes destetaron más kilogramos de becerro por vaca expuesta a empadre que las pequeñas, medianas y muy grandes (Olson *et al.*, 1982).

Interacción entre factores

El estudio de las interacciones entre factores ha sido del interés de muchos autores ya que la suposición de la no existencia de éstas puede guiar a estimaciones sesgadas de los efectos principales estudiados (Vernon *et al.*, 1964; Nelson *et al.*, 1982).

Trabajos con ganado Hereford puro analizaron las interacciones de primer orden que involucran los efectos de año de nacimiento, sexo de la cría, sistemas de apareamiento y edad de la madre al parto; encontraron significativas aquellas de sexo de la cría por edad de la madre al parto, sexo de la cría por sistema de apareamiento y año de nacimiento por edad de la madre (Nelson *et al.*, 1982; Reynoso, 1985).

MATERIALES Y MÉTODOS

Características de la región

Los datos para el estudio se recabaron en el rancho demostrativo “Santo Domingo” localizado en el kilómetro 4 de la carretera Ojuelos-Lagos de Moreno, en el noreste del estado de Jalisco. Las coordenadas en que se ubica corresponden a la Latitud Norte de 21° 53’ que pertenece a la región árida y semiárida del Altiplano Central Mexicano (subprovincia de los “Llanos de Ojuelos”). La altitud es de 2150 msnm. Predominando el clima templado seco con una precipitación anual de 450 mm y una temperatura media de 17.5 °C. El suelo es de tipo Xerosol háplico y Phaezem háplico principalmente, con una profundidad aproximada de 50 cm con un pH ligeramente ácido.

La superficie del rancho “Santo Domingo” es de 633.5 hectáreas, de las cuales 273 hectáreas son de pastizal mediano abierto, 80 hectáreas corresponden a presones, agujas y área cerril, y 280 hectáreas, revegetadas con praderas de zacate llorón (*Eragrostis curvula*). (Inifap, 1993)

Animales

La explotación del rancho se inicio en 1991 con un hato de 20 vaquillas Limousin de registro. Posteriormente en 1994 fue incorporado al rancho un lote de 20 vacas de la raza Angus. Ambos lotes de ganado están destinados a la producción de pie de cría. Para el 2006 el hato Limousin contó con 19 vacas vientre y el Angus con 31 vacas vientre.

Prácticas de manejo

Manejo del pastoreo. Básicamente a través de los años el sistema de pastoreo predominante es rotacional diferido, respetando la carga animal adecuada para el área pastoreada. Así mismo se aplican prácticas rutinarias de

manejo para mejorar la distribución del pastoreo mediante la distribución de saladeros y comederos.

Manejo nutricional. Se tiene estructurado un programa de suplementación invernal al hato de cría para cubrir las deficiencias en nutrientes que presenta el pastizal durante esta época. Para las vaquillas destinadas para el reemplazo una suplementación post-destete y suplementación previa al empadre a sementales. En todos los casos el suplemento está basado en pollinaza y subproductos agroindustriales producidos en la zona. Para ambos hatos se proporciona una suplementación mineral a libre acceso durante todo el año y suplementación vitamínica (A, D y E) previa a la época de sequía.

Manejo reproductivo. Se han diseñado diversos programas de sincronización e inseminación artificial a hembras sobresalientes del hato que se realiza previo al empadre normal. El resto del hato está sometido a una época de empadre con monta natural una vez al año durante la época de lluvias (verano-otoño) con duración aproximada de 120 días.

Manejo sanitario. Las principales prácticas sanitarias que se realizan en la totalidad del ganado son la vacunación anual para prevenir la presentación de enfermedades endémicas de la zona como carbón sintomático, edema maligno, fiebre carbonosa y fiebre de embarque, así como diagnóstico de Brucelosis y Tuberculosis. Adicionalmente el ganado recibe desparasitación interna y externa dos veces al año.

Sistema de registros. Los datos productivos, reproductivos y genealógicos del ganado son capturados en tarjetas de control individual; las tarjetas presentan la información recabada agrupada en tablas que abarcan datos generales de la vaca, producción de crías, resumen reproductivo de la vaca, ciclos reproductivos y registro de salud de la vaca. Tanto las vacas como sus crías fueron identificadas mediante tatuaje y arete de acuerdo al año de nacimiento y número consecutivo de parto.

Datos

La información recabada en las tarjetas se generó y registró durante los años 1991 a 2006. Sin embargo ya que este estudio fue un análisis comparativo, sólo se consideraron los datos obtenidos a partir del año 1994, año en cual ya se cuenta con registros de ambas razas en el hato, omitiendo los años 1995 y 1996 debido a que por razones de manejo no se reportaron datos para Angus en esos años.

Para la obtención de los datos, el diagnóstico de gestación se hizo mediante palpación rectal a los 60 días post-empadre y a partir del 2006 también se realizó mediante ultrasonido a los 28, 40, 60 días posteriores al servicio. Las crías fueron pesadas e identificadas en las primeras 24 horas de vida y permanecieron con las vacas hasta el destete. Éste fue realizado en promedio a los nueve meses de edad y nuevamente fueron pesadas las crías.

El total de vacas registradas en las tarjetas durante el periodo señalado a analizar fue de 97 y 50 vacas, para Limousin y Angus respectivamente.

Cuadro 1. Número de vacas que entraron a empadre por cada año incluido en el análisis.

Año de empadre \ Raza	Limousin	Angus
1994	22	11
1997	53	36
1998	58	31
1999	44	35
2000	20	25
2001	20	31
2002	22	28
2003	19	33
2004	20	34
2005	19	31

Los datos de las tarjetas con los registros de las vacas fueron capturados en una base de datos, hoja de cálculo de Excel. Los datos fueron capturados en columnas bajo el siguiente estatuto:

- Vaca: Número de identificación de la vaca registrado en su tarjeta, en caso de números repetidos se empleó la letra "B" al final o "C" si se requirió. Ejemplo: AA12 y AA12B.
- Raza: Raza de la vaca y de sus crías, considerando que se producen únicamente razas puras; donde se asignó el número 1 para Limousin y 2 para Angus.
- Edad a empadrear: Edad de la vaca al inicio del empadrear en meses.
- Año de parto: Año en que parió la vaca, correspondiente al final del ciclo reproductivo que se está capturando.
- Año de empadrear: Año en el que la vaca entró a empadrear.
- NPART: Número de parto de la vaca.
- Fecha parto: fecha en la cual parió la vaca.
- SX: Sexo de la cría, donde 1 corresponde a macho y 2 a hembra.
- PNAC: Peso en kilogramos al nacer de la cría. Cuando la vaca no hubo parido una cría el valor asignado fue de cero.
- PD: Peso en kilogramos al destete de la cría; cuando la vaca no hubo destetado una cría el valor asignado fue de cero.
- Fecha de destete: Fecha de destete de la cría, que incluye día, mes y año.
- ECD: Edad al destete de la cría en días calculada como fecha de parto menos la fecha de destete.
- PA205 Peso al destete ajustado a 205 días el cual se calculó como:

$$PA205 = \frac{[(\text{Peso al destete} - \text{Peso al nacimiento}) \times 205] + \text{peso al nacer}}{\text{Edad en días al destete}}$$

Análisis estadístico

Para el análisis de la información se consideraron las siguientes variables:

1. Peso al nacimiento (PNAC).
2. Peso al destete ajustado a 205 días de edad (PA205).
3. Fertilidad (FERT, porcentaje de vacas paridas del total expuesto a empadre).
4. Kilogramos de becerro nacido por vaca expuesta a empadre (KGBNAC).
5. Kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a empadre (KGBDEST).

Para evaluar FERT, KGBNAC y KGBDEST se utilizaron los registros productivos.

La información referente a los registros con NPART mayores a 7 fueron agrupados y se les asignó el valor para NPART igual a 7. Esto se decidió considerando dos factores, los registros son poco numerosos, para NPART=8 hay 16 registros, para NPART=9 hay 4 registros, para NPART=10 hay 3 registros y para NPART=11 existe 1 registro, en total 24 registros con NPART mayor a 7, y, el segundo factor fueron las edades de las vacas de dichos registros las cuales no difieren de las edades de los registros de las vacas con NPART de 7.

Para el análisis de la información se empleó el procedimiento de modelos lineales generales (GLM) del paquete estadístico SAS (SAS, 2003).

Los modelos finales para PNAC y PA205 incluyeron los efectos fijos de año de nacimiento, Raza (RZ), sexo de la cría (SX) y número de parto (NPART).

Para FERT, KGBNAC y KGBDEST los modelos finales incluyeron el efecto fijo de RZ.

Las interacciones de los factores que resultaron significativas ($P < 0.05$) en los análisis preliminares para todas las variables los modelos finales fueron incluidas.

El modelo estadístico lineal general de efectos fijos que se utilizó para PNAC, PA205, FERT, KGBNAC y KGBDEST fue:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + RZ_j + NPART_k + SX_l + (RZ*NPART)_{jk} + e_{ijkl}$$

Donde:

μ = Media general;

A_i = Efecto del i-ésimo año de empadre ($i=1, 2, \dots, 10$);

RZ_j = Efecto de la j-ésima raza de la vaca ($j = 1, 2$);

$NPART_k$ = Efecto del k-ésimo parto de la vaca ($k=1, 2, \dots, 7$);

SX_l = Efecto del l-ésimo sexo de la cría ($l=1, 2$);

$(RZ*NPART)_{jk}$ =Efecto de la interacción del j-ésimo genotipo de la vaca y del k-ésimo número de parto;

e_{ijkl} = Efecto residual distribuido NI ($0, \sigma^2 e$).

En este modelo todos los efectos son fijos a excepción del error el cual se considera aleatorio.

Como resultado de los análisis se llegó a establecer los modelos estadísticos que involucran sólo la suma de cuadrados de las interacciones que resultaron significativas con una probabilidad menor o igual a 0.05.

RESULTADOS

Peso al nacimiento

Raza

Las diferencias obtenidas en peso al nacimiento entre las dos razas estudiadas resultaron estadísticamente significativas ($P < 0.05$).

Cuadro 2. Resultados de peso al nacimiento por raza de becerros Angus y Limousin producidos bajo las condiciones del altiplano central mexicano.

Raza	Mínimo (kg)	Máximo (kg)	PNAC (kg) Media \pm E.S
Angus	18	40	29.52 ^a \pm 0.32
Limousin	25	45	36.44 ^b \pm 0.33

^{a, b} Superíndices diferentes refieren valores con diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$).

El promedio del peso al nacimiento de becerros de vacas Limousin resultó ser 6.91 kg mayor que el promedio de Angus como lo muestra el cuadro 2.

Sexo de la cría

Las diferencias obtenidas en peso al nacimiento por el sexo de la cría resultaron estadísticamente significativas ($P < 0.05$).

Cuadro 3. Resultados de peso al nacimiento por sexo de becerros Angus y Limousin, producidos bajo las condiciones del altiplano central mexicano.

Sexo	Min (kg)	Max (kg)	PNAC (kg) Media \pm E.S
Hembra	18	45	32.11 ^a \pm 0.30
Macho	21	45	33.85 ^b \pm 0.31

^{a, b} Superíndices diferentes refieren valores con diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$).

El cuadro 3 muestra que el peso de los machos resultó superior por 1.75 kg, es decir 5.43% mayor que el peso de las hembras.

Número de parto

Las diferencias obtenidas en peso al nacimiento por número de parto no resultaron estadísticamente significativas ($P > 0.05$).

Cuadro 4. Resultados de peso al nacimiento por número de parto de becerros Angus y Limousin, producidos bajo las condiciones del altiplano central mexicano

NPART	N	PNAC Min (kg)	PNAC Max (kg)	PNAC (kg) Media \pm E.S
1	88	18	44	32.85 ^a \pm 0.42
2	71	23	45	32.61 ^a \pm 0.47
3	64	25	45	33.29 ^a \pm 0.49
4	63	24	43	33.62 ^a \pm 0.49
5	44	21	43	33.80 ^a \pm 0.60
6	34	22	40	32.12 ^a \pm 0.67
7	54	25	41	32.58 ^a \pm 0.56

N= número de observaciones

^a Superíndices iguales refieren valores sin diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$).

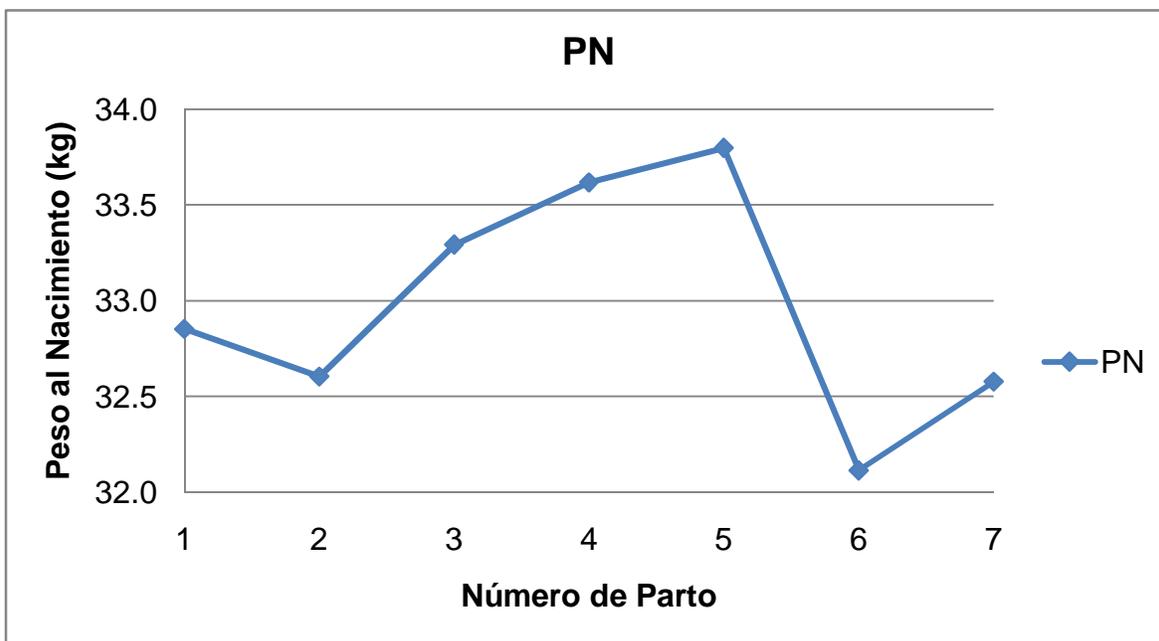


Figura 1. Pesos al nacimiento considerando número de parto de becerros Angus y Limousin producidos bajo las condiciones del altiplano central mexicano.

El incremento en el peso al nacimiento de becerros de vacas de tres partos contra las de dos partos fue encontrado considerablemente mayor que el incremento en cualquier otra comparación entre número de parto consecutivos (cuadro 4 y figura 1).

También se observó que el decremento en el peso al nacimiento de becerros de vacas de seis partos contra las de cinco partos fue encontrado considerablemente mayor que el decremento en cualquier otra comparación entre número de parto consecutivos (cuadro 4 y figura 1).

Interacción para peso al nacimiento: sexo de la cría por número de parto

Las diferencias en peso al nacimiento considerando la interacción SX*NPART resultó estadísticamente significativa ($P < 0.01$).

Cuadro 5. Interacción para peso al nacimiento: sexo de la cría por número de parto.

NPART	SX	N	PNAC Min (kg)	PNAC Max (kg)	PNAC (kg) Media \pm E.S
1	Hembra	45	18	44	33.18 ^a \pm 0.58
1	Macho	43	21	41	32.52 ^b \pm 0.60
2	Hembra	30	23	44	32.13 ^a \pm 0.71
2	Macho	41	23	45	33.08 ^b \pm 0.61
3	Hembra	35	26	45	32.51 ^a \pm 0.66
3	Macho	29	25	44	34.08 ^b \pm 0.73
4	Hembra	32	24	42	33.09 ^a \pm 0.69
4	Macho	31	24	43	34.14 ^b \pm 0.70
5	Hembra	26	21	41	32.45 ^a \pm 0.77
5	Macho	18	29	43	35.14 ^b \pm 0.92
6	Hembra	18	22	39	29.93 ^a \pm 0.92
6	Macho	16	22	40	34.30 ^b \pm 0.97
7	Hembra	27	25	32	31.46 ^a \pm 0.77
7	Macho	27	30	41	33.70 ^b \pm 0.77

N = número de observaciones

^a, ^b Superíndices diferentes por cada renglón refieren valores con diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$).

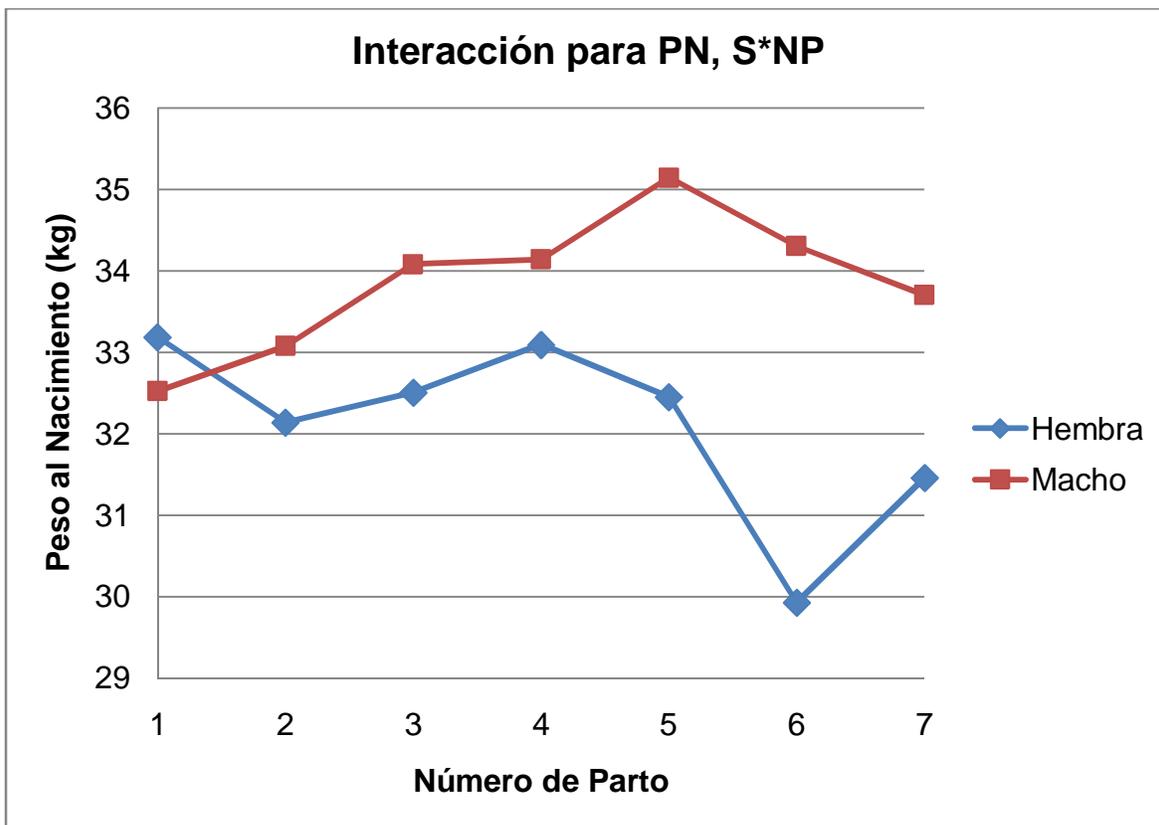


Figura 2. Pesos al nacimiento considerando la interacción sexo de la cría por número de parto para becerros Angus y Limousin producidos bajo las condiciones del altiplano central mexicano.

Para becerros nacidos de un primer parto de la vaca, el peso al nacimiento de los machos resultó, en promedio, inferior que el peso al nacimiento de las hembras (cuadro 5, figura 2).

Peso al destete ajustado a 205 días

Raza

Las diferencias obtenidas en peso al destete ajustado a 205 días por raza no resultaron ser estadísticamente significativas ($P>0.05$).

Cuadro 6. Resultados de peso al destete ajustado a 205 días por raza de becerros Angus y Limousin producidos bajo las condiciones del altiplano central mexicano.

Raza	Min(kg)	Max(kg)	PD205(kg) Media \pm E.S
Angus	144	254	200.09 ^a \pm 1.78
Limousin	130	248	200.13 ^a \pm 1.78

^a Superíndices iguales refieren valores sin diferencia estadísticamente significativa ($P>0.05$).

El promedio de PD205 de becerros de vacas Angus resultó ser apenas diferente por 0.03 kg más que el promedio de Limousin (cuadro 6).

Sexo de la cría

Las diferencias obtenidas en peso al destete ajustado a los 205 días por el sexo de la cría resultaron estadísticamente significativas ($P<0.05$).

Cuadro 7. Peso al destete ajustado a los 205 días por sexo de becerros Angus y Limousin, producidos bajo las condiciones del altiplano central mexicano.

Sexo	Min(kg)	Max(kg)	PD205(kg) Media \pm E.S
Hembra	130	243	194.07 ^a \pm 1.59
Macho	138	254	206.15 ^b \pm 1.66

^{a, b} Superíndices diferentes refieren valores con diferencia estadísticamente significativa ($P<0.05$).

Se encontraron diferencias en el peso al destete ajustado a 205 días entre hembras y machos, siendo los machos más pesados por 12.08 kg en comparación con las hembras.

Número de Parto

Las diferencias obtenidas en peso al destete ajustado a los 205 días por número de parto resultaron estadísticamente significativas ($P < 0.05$).

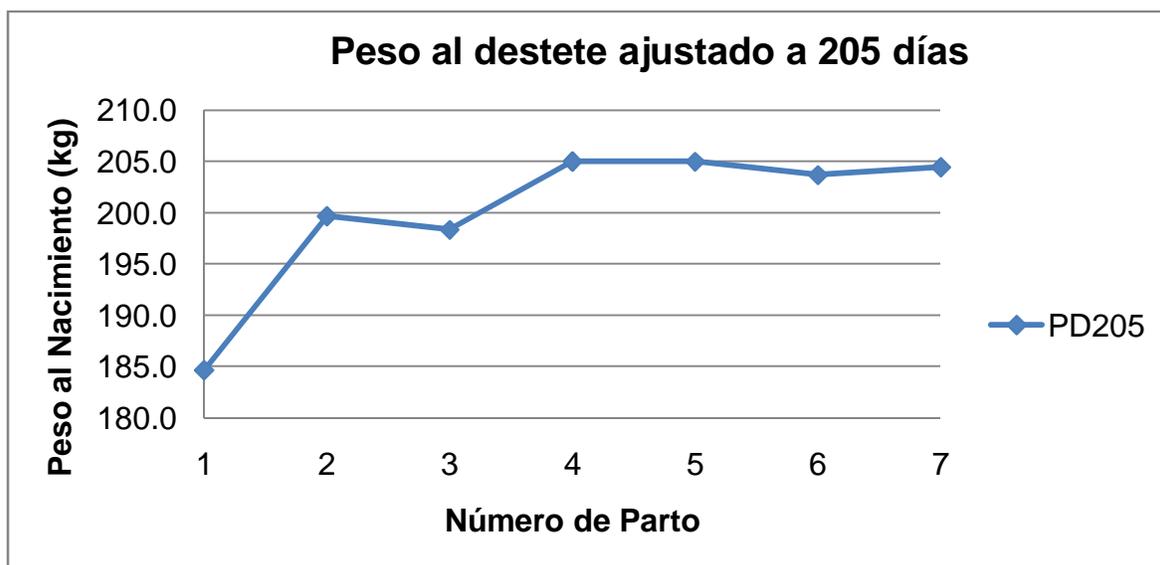


Figura 3. Pesos al destete ajustados a los 205 días considerando número de parto de becerros Angus y Limousin producidos bajo las condiciones del altiplano central mexicano.

Se observó un aumento en el peso al destete ajustado a 205 días hasta el cuarto parto de las vacas (figura3).

El incremento en P205 en becerros de vacas de segundo parto contra las de primer parto fue encontrado considerablemente mayor que el incremento en cualquier otra comparación entre número de parto consecutivos (figura 3).

Interacción para peso al destete ajustado a 205 días: sexo de la cría por número de parto

Las diferencias en PD205 días considerando la interacción SX*NPART no resultaron estadísticamente significativas ($P>0.05$).

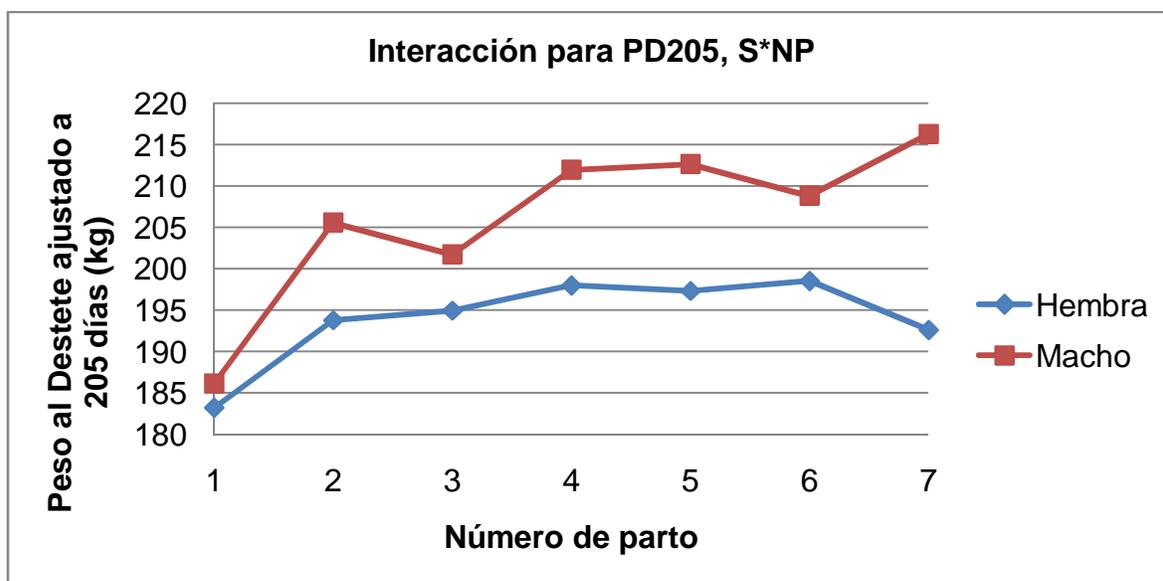


Figura 4. Pesos al destete ajustados a los 205 días considerando la interacción número de parto y sexo de becerros Angus y Limousin producidos bajo las condiciones del altiplano central mexicano.

Los valores de PD205 de los machos se mantuvieron por encima de los valores de las hembras en los diferentes NPART de las vacas.

Productividad

Fertilidad (FERT) y kilogramos de becerro nacido por vaca expuesta a empadre (KGBNAC)

Las diferencias en los resultados obtenidos en FERT no resultaron ser estadísticamente significativos ($P>0.05$), mientras que las diferencias en los valores obtenidos en KGBNAC resultaron ser estadísticamente significativas ($P<0.05$).

Cuadro 6. Resultados de fertilidad y kilogramos de becerro nacido por vaca expuesta a empadre para las razas Angus y Limousin, bajo las condiciones del altiplano central mexicano.

Raza	N(emp)	N(nac)	FERT(%) Media \pm E.S	KGBNAC(kg) Media \pm E.S
Angus	297	226	75.97 ^a \pm 0.03	21.78 ^a \pm 0.22
Limousin	303	210	69.13 ^a \pm 0.03	23.89 ^b \pm 0.22

^a Superíndices iguales en la misma columna refieren valores sin diferencia estadísticamente significativa ($P>0.05$).

^{a, b} Superíndices diferentes en la misma columna refieren valores con diferencia estadísticamente significativa ($P<0.05$).

El porcentaje de fertilidad fue mayor para Angus por 6.84% comparadas con Limousin.

Los promedios para KGBNAC fueron mayores para Limousin por 3.08 kg comparadas con Angus (Cuadro 6).

Las vacas Angus produjeron un mayor número de becerros que las vacas Limousin.

Kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a empadre

Las diferencias obtenidas en kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a empadre entre las razas involucradas resultaron estadísticamente significativas ($P < 0.05$).

Cuadro 7. Resultados de kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a empadre para las razas Angus y Limousin, bajo las condiciones del altiplano central mexicano

Raza	N(emp)	N(nac)	N(dest)	KGBDEST(kg) Media \pm E.S
Angus	297	226	216	142.74 ^a \pm 1.36
Limousin	303	210	195	127.55 ^b \pm 1.38

N= número de observaciones, (*emp*) al empadre, (*nac*) al nacimiento o (*dest*) al destete.

^{a, b} Superíndices diferentes refieren valores con diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$).

Los resultados muestran que el valor de kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a empadre fue mayor para Angus por 16.72 kg comparado con Limousin. Se puede observar también que las vacas Angus destetaron un mayor número de becerros comparado con las vacas Limousin.

DISCUSIÓN

Peso al nacimiento

Raza

Se sugiere que la diferencia obtenida a favor de Limousin se debe a la diferencia de tamaño propio de cada una de las razas en cuestión, siendo Limousin una raza caracterizada por un mayor tamaño (altura) y mayor peso y en comparación con la raza Angus, así también la diferencia obtenida en los promedios concuerda con los resultados obtenidos en estudios comparativos anteriores donde la diferencia en PNAC entre Angus y Limousin fue de 7 kg (Jenkins y Ferrell, 1994). Estos resultados concuerdan con estudios que reportan que los pesos al nacimiento están influenciados por el tamaño de la vaca y con la altura a la grupa de vacas adultas por la relación que guarda con la capacidad uterina de la vaca para alojar el feto (Chowdhary y Barht, 1979; Stewart y Martin, 1981; Jenkins *et al.*, 1991; Fiss y Wilton, 1993; Vargas *et al.*, 1999).

Sexo de la cría

La diferencia observada a favor de los machos fue semejante a la obtenida en otros estudios entre razas de bovinos especializadas en producción de carne, los cuales han registrado diferencias de 1.59 a 2.6 kg con un promedio de 2.1 kg a favor de los machos (Knapp *et al.*, 1940; Knapp *et al.*, 1942; Dawson *et al.*, 1947; Woolfolk y Knapp, 1949; Gregory *et al.*, 1950; Burris y Blunn, 1952). Sin embargo existen algunos reportes de estudios en donde las diferencias observadas no alcanzan un nivel de significancia, probablemente debido a efectos confundidos de manejo. (Hinojosa *et al.*, 1979; Trail *et al.*, 1982).

Numero de Parto

Se sugiere que el incremento en el peso al nacimiento de becerros de vacas de tres partos contra las de dos partos podría deberse a que las vacas llegan a desarrollarse completamente como adultas aproximadamente a los 5 años de edad, considerando que las vacas de segundo parto tienen edades de 3 a 4 años en su mayoría mientras que las de tercer parto tienen edades de 5 a 6 años. Esto concuerda con estudios donde el peso al nacimiento ha mostrado una tendencia a incrementarse conforme la edad de la vaca se incrementa hasta que la vaca alcanza los 6 años de edad (Dawson *et al.*, 1947; Koch y Clark, 1955).

El decremento en el peso al nacimiento de becerros de vacas de seis partos contra las de cinco partos resultados sugiere que cambios en el funcionamiento fisiológico de las vacas de más de 7 años de edad, como consecuencia del envejecimiento, repercuten en un menor peso al nacimiento; esto, considerando que la mayoría de las vacas de quinto parto tienen 7 años de edad, mientras que las de sexto parto presentan de 8 a 9 años de edad en su mayoría. Esto concuerda con estudios donde el peso al nacimiento ha mostrado una tendencia a disminuir cuando la edad de la vaca supera los 7 años de edad (Dawson *et al.*, 1947; Koch y Clark, 1955).

Interacción para peso al nacimiento: sexo de la cría por número de parto

El resultado observado en el primer parto de las vacas a favor de la hembras por encima de los machos, es opuesto a los resultados reportados en diversas investigaciones, donde la diferencia en el peso al nacimiento dependiendo del sexo de la cría ha resultado estadísticamente significativa y se ha señalado un peso superior en machos al de las hembras (Knapp *et al.*, 1940;

Knapp *et al.*, 1942; Dawson *et al.*, 1947; Woolfolk y Knapp, 1949; Gregory *et al.*, 1950; Burris y Blunn, 1952).

En vacas de primer parto los registros mostraron 11 partos distócicos, donde las crías murieron por lo cual los pesos al nacimiento no fueron medidos, de éstos 9 fueron machos y 2 hembras. Estudios sobre factores involucrados en mortalidad neonatal han encontrado que los becerros tienen una mortalidad más alta que las becerras en caso de parto distócico aun considerando tamaños semejantes entre las crías (Azzam *et al.*, 1993; Wagoner *et al.* 2003). Se sugiere que el resultado obtenido pudo deberse a que, considerando el reducido número de registros, una cantidad importante de machos probablemente de pesos altos murieron por distocia y esto afectó los promedios de PNAC al primer parto.

Peso al destete ajustado a 205 días

Raza

Los valores obtenidos fueron semejantes a los encontrados en un análisis de registros del año 1982 de Meat Animal Research Center (MARC) donde se reportó un peso ajustado a 205 días sin diferencia estadística significativa ($P > 0.05$) de 204.6 ± 1.7 y 205.9 ± 1.6 kg, en Angus y Limousin respectivamente (Núñez-Domínguez *et al.*, 1993). Sin embargo existen algunos reportes de estudios comparativos donde Limousin presenta mayor peso al destete que Angus con una diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) los valores reportados en éste estudio son de 169.0 ± 6.4 y 188.0 ± 6.0 para Angus y Limousin respectivamente (Jenkins y Ferrell, 1994).

Sexo de la cría

Los resultados observados concuerdan con investigaciones en las cuales el efecto del sexo de la cría sobre el peso al destete ha sido identificado como altamente significativo resultando mayor el peso de los machos que el de las hembras (Koger y Knox, 1945; Brinks *et al.*, 1961; Ellis *et al.*, 1965; Hinojosa *et al.*, 1979; Reynoso, 1985).

Número de Parto

El aumento del peso al destete ajustado a 205 días hasta el cuarto número de parto concuerda con estudios donde el peso al destete ajustado a 205 días también ha mostrado una tendencia a incrementarse con la edad de la vaca presumiblemente por los cambios en el tamaño, peso y función fisiológica de las vacas que se da con el aumento de la edad de la vaca (Dawson *et al.*, 1947; Koch y Clark, 1955). El incremento del valor del peso al destete ajustado a 205 días entre el primer y segundo parto, sugiere que estos resultados pueden ser resultado del desarrollo fisiológico de la glándula mamaria de la vaca y el incremento consecuente en la producción de leche. Se ha reportado por varios autores que el peso al destete está influenciado por el volumen de leche que produce la vaca y puede consumir el becerro (Neville, 1962; Cunningham, 1965; Melton *et al.*, 1967; Rutledge *et al.*, 1971; Notter *et al.*, 1978; Reynolds *et al.*, 1978; Boggs *et al.*, 1980).

Productividad

Fertilidad

Los resultados en el valor de fertilidad son semejantes a los presentados por otros autores quienes han estimado valores de fertilidad de 73% para Angus y 71.3% para Limousin (Comerford, 1987; DeRouen, 1989; Jenkins y Ferrell, 1994).

Kilogramos de becerro nacido por vaca expuesta a empadre

Es sugerente que los resultados observados a favor de Limousin se deban a que las vacas Limousin producen becerros más pesados que las vacas Angus, como ya se mencionó en el apartado de peso al nacimiento por raza de la vaca.

Kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a empadre

Estos resultados son diferentes a los reportados por otros autores, quienes han reportado que de estudios comparativos han obtenido valores de 158.0 y 165.0 kg para kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a empadre en las razas Angus y Limousin respectivamente ($P < 0.05$) (Jenkins y Ferrell, 1994).

Los valores de kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a empadre sugieren que Angus posee una mayor habilidad materna bajo las condiciones del presente estudio, por lo que sus becerros al llegar al destete presentan mayor peso que los becerros Limousin.

CONCLUSIONES

Los resultados muestran que las vacas Limousin producen becerros más pesados al nacimiento que las vacas Angus, bajo las condiciones establecidas.

Los resultados de kilogramos de becerro nacido y kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a empadre sugieren que a pesar de que las vacas Limousin producen becerros al nacimiento más pesados que las vacas Angus, éstas últimas producen una cantidad mayor de kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a empadre. Esto a su vez sugiere que las vacas Angus mostraron mayor habilidad materna durante el periodo pre-destete comparadas con las vacas Limousin bajo las condiciones del presente estudio.

REFERENCIAS

1. A.A.C.H. Asociación Argentina de Criadores de Hereford. 1996. Manual del Criador. Buenos Aires. Argentina. Vet Pathol 1998:29:253-259.
2. Arias MA, López MV, Slobodzian A. Parámetros genéticos y ambientales para peso a 205 días en bovinos de raza Nelore. R.A.P.A. 2003:23. Supl 1: 241 – 242.
3. Azzam SM, Kinder JE, Nielsen MK, Werth LA, Gregory KE, Cundiff LV, Koch RM. Environmental effects on neonatal mortality of beef calves. J Anim Sci 1993:71:282-290.
4. Bellows RA, Genho PC, Moore SA, Chase CC. Factors affecting dystocia in Brahaman-cross heifers in subtropical Southeastern United States. J Anim Sci 1996:74:1451-1456.
5. Bellows RA, Patterson DJ, Burfening PJ, Phelps DA. Occurrence of neonatal and postnatal mortality in range beef cattle. 11. Factors contributing to calf death. Theriogenology 1987:28:573.
6. Benyshek LL, Marlowe TJ. Relationship between Hereford cow weight and progeny performance. J Anim Sci 1973:37:406-409.
7. BIF. 2002 Guidelines for Uniform Beef Improvement Program. 8th ed. Beef Improvement Federation. University of Georgia. Athens, GA. 161pp.
8. Borgognon JA, Quevedo OG. Factores que afectan el peso al destete y a los 18 meses en el ganado cebú. Memorias. Asociación Latinoamericana de Producción Animal 1976:11:39.

9. Braude R, Walker DM. Mortality, weight, and body measurements at birth of dairy Shorthorn calves. *J Agr Sci* 1949:39:156.
10. Brinks JS, Clark RT, Kieffer NM, Quasenberry JR. Mature weight in Hereford range cows: Heritability, repeatability and relationship to calf performance. *J Anim Sci* 1962:21:501-504.
11. Brinks JS, Clark RT, Rice FJ, Kieffer NM. Adjusting birth weight, weaning weight and preweaning gain for sex of calf in range Hereford cattle. *J Anim Sci* 1961:61:363.
12. Boggs DL, Smith EF, Schalles RR, Brent BE, Corah LR, Pruitt RJ. Effects of milk and forage intake on calf performance. *J Anim Sci* 1980:51:550.
13. Burgess JB, Landblom NL, Stonaker HH. Weaning weights of Hereford calves as affected by inbreeding, sex, and age. *J Anim Sci* 1954:13:843-851.
14. Burris JM, Blunn TC. Some Factors Affecting Gestation Length and Birth Weight of Beef Cattle. *J Anim Sci* 1952:11:34-41.
15. Castro RA. Producción bovina. Costa Rica: EUNED, 1984.
16. Chowdhary MS, Barht NK. A note on the inheritance of birth weight in indicant buffaloes. *Indian. J Anim Sci* 1979:49:222.
17. Comerford JW, Benyshek LL, Bertrand JK, Johnson MH. Evaluation of performance characteristics in a diallel among Simmental, Limousin, Polled Hereford and Brahman beef cattle. I. Growth, hip height and pelvic size. *J Anim Sci* 1988:66:293-305.
18. Comerford JW, Bertrand JK, Benyshek LL, Johnson MH. Reproductive Rates, Birth Weight, Calving Ease and 24-h Calf Survival in a Four-Breed Diallel

- among Simmental, Limousin, Polled Hereford and Brahman Beef Cattle. J Anim Sci 1987:64:65-76.
19. Croak-Brossman SJ, Martin TG, Nelson LA. Lifetime productivity of purebred and crossbred cows of Angus and Milking Shorthorn parentage: weights and scores. J Anim Sci 1984:59:1451-1458.
 20. Crockett JR, Baker FS, Carpenter JW, Koger M. Prewaning, Feedlot and Carcass Characteristics of Calves Sired by Continental, Brahman and Brahman-Derivative Sires in Subtropical Florida. J Anim Sci 1979:49:900-907.
 21. Crockett JR, Koger M, Franke DE. Rotational Crossbreeding of Beef Cattle: Prewaning Traits by Generation. J Anim Sci 1978:46:1170-1177.
 22. Cundiff LV, Willhom RL, Pratt CA. Effects on certain factors and their two-way interactions on weaning weight in beef cattle. J Anim Sci 1966:25:972.
 23. Cunningham EP, Henderson CR. Estimation of genetic and phenotypic parameters of weaning trait in beef cattle. J Anim Sci 1965:24:182.
 24. Davis ME, Rutledge JJ, Cundiff LV, Hauser ER. Life cycle efficiency of beef production. J Anim Sci 1983:57:832-866.
 25. Dawson WM, Phillips WR, Black WH. Birth Weight as a Criterion of Selection in Beef Cattle. J Anim Sci 1947:6:247-257.
 26. DeRouen SM, Franke DE. Effects of Sire Breed, Breed Type and Age and Weight at Breeding on Calving Rate and Date in Beef Heifers First exposed at Three Ages. J Anim Sci 1989:67:1128-1137.

27. Dickerson GE, Efficiency of animal production: Molding the biological components. *J Anim Sci* 1970;30:849-859.
28. Dillard EU, Rodríguez O, Robinson OW. Estimation of additive and nonadditive direct and maternal genetic effects from crossbreeding beef cattle. *J Anim Sci* 1980;50:653.
29. Eckles CH. A study of the birth weight of calves. *J Dairy Sci* 1919 2: 159-169.
30. Ellis GF, Cartwright TC, Kruse WE. Heterosis for Birth Weight in Brahman-Hereford Crosses. *J Anim Sci* 1965;24:93-96.
31. Fiss CF, Wilton JW. Contribution of breed, cow weight, and milk yield to the preweaning feedlot, and carcass traits of calves in three beef breeding systems. *J Anim Sci* 1993;71:2874-2884.
32. Fitch JB, McGilliard PC, Drum GM. A study of the birth weights and gestation of dairy animals. *J Dairy Sci* 1924 7: 222-233..
33. Francoise JJ, Vogt DW, Nolan JC. Heritabilities of and genetic and phenotypic correlations among some economically important traits of beef cattle. *J Anim Sci* 1973;36;635.
34. Garrick DJ, Pollak EJ, Quaas RL, Van Vleck LD. Variande heterogeneity in direct and maternal weight traits by sex and percent purebred for Simmental-sired calves. *J Anim Sci* 1989;67:2307-2318.
35. Gregory KE, Blunn CT, Baker ML. A Study of Some of the Factors Influencing the Birth and Weaning Weights of Beef Calves. *J Animal Sci* 1950;9:338.
36. Harwin GO, Brinks JS, Stonaker HH. Genetic and environmental interactions affecting weaning weights of Hereford calves. *J Anim Sci* 1966;25:779-782.

37. Hernández RB. Productividad hasta el destete de vacas tropicarne con diferente potencial genético para tamaño corporal (tesis de maestría). Chapingo (Estado de México) México: UACH, 2006.
38. Hinojosa CJA, Franco AA, Aguilar JA. Comportamiento predestete de becerros F1 de madres Cebú y padres de razas Brahman y europeas. *Rev Vet Méx* 1979;10:115-120.
39. Hohenboken WD, Brinks JS. Effect of environmental corrections and repeatability of weaning weight in Angus. *J Anim Sci* 1969;29:534.
40. Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Jalisco, Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Guía para el Manejo de ranchos ganaderos del altiplano central. Jalisco (Campo Experimental Vaquerías): CIPEJ, INIFAP, 1993.
41. Jasper DE, Prolonged gestation in the bovine. *Cornell Vet* 1950;40:165.
42. Jenkins TG, Ferrell CL, Productivity trough weaning of nine breeds of cattle under varying feed availabilities: I. Initial evaluation. *J Anim Sci* 1994;72:2787-2797.
43. Jenkins TG, Kaps M, Cundiff LV, Ferrell CL. Evaluation of between- and within-breed variation in measures of weight-age relationships. *J Anim Sci* 1991;69:3118-3128.
44. Jenkins TG, Kaps M, Cundiff LV, Ferrell CL. Evaluation of between- and within-breed variation in measures of weight-age relationships. *J Anim Sci* 1991;69:3118-3128.
45. Keller DG, Brinks JS. Inbreeding by environment interactions for weaning weight in Hereford cattle. *J Anim Sci* 1978;46:54.

46. Knapp B, Baker AL, Quesenberry JR, Clark RT. Growth and production factors in range cattle. *Montana Agr Exp Sta Bul* 1942:400.
47. Knapp B, Lambert WV, Black WH. Factors influencing length of gestation and birth weight in cattle. *J Anim Sci* 1940:1:346-347.
48. Koch RM, Clark RT. Influence of Sex, Season of Birth and Age of Dam on Economic Traits in Range Beef Cattle. *J Anim Sci* 1955:14:386-397.
49. Koch RM, Schleicher EW, Arthaud HV. Weight Changes in Beef Calves Following Birth. *J Anim Sci* 1955:14:792-796.
50. Koger M, Knox JH. The Effect of Sex on Weaning Weight of Range Calves. *J Anim Sci* 1945:4:15.
51. Kress DD, Hauser ER, Chapman AB. Genetic environmental interactions in identical and fraternal twin beef cattle, I. Growth from 7 to 24 months of age. *J Anim Sci* 1971:33:1177.
52. Lasley JF, Sibbit B, Langford L, Comfort J E, Dyer AJ, Krause GF, Hedrick HB. Growth Traits in Straightbred and Reciprocally Crossed Angus, Hereford and Charolais Steers. *J Anim Sci* 1973:36:1044-1056.
53. Lasley JF, Day KGBNAC, Comfort JE. Some Genetic Aspects of Gestation Length, and Birth and Weaning Weights in Hereford Cattle. *J Anim Sci* 1961:20:737-741.
54. Laster DB, Gregory KE. Factors influencing peri- and early postnatal calf mortality. *J Anim Sci* 1973:37:1092
55. Livesay EA, Bee UG. A Study of the Gestation Periods of Five Breeds of Cattle. *J Anim Sci* 1945:4:13-14.

56. Lopez de la Torre G, Candotti JJ, Reverter A, Bellido MM, Vasco P, García LJ, Brinks JS. Effects of growth curve parameter on cow efficiency. *J Anim Sci* 1992;70:2668-2672.
57. López HA. El uso del control del amamantamiento para la resolución del anestro posparto en vacas Cebú-Gyr bajo las condiciones del trópico húmedo (tesis de licenciatura). Jalapa (Veracruz) México: Univ Veracruzana, 1987.
58. Marshal TE, Mohler MA, Stewart TS, Relationship of lifetime productivity with mature weight and maturation rate in Red Polls cows. *J Anim Sci* 1984;39:383-387.
59. Marston TT, Simms DD, Schalles RR, Zoellner KO, Martin LC, and Fink GM. Relationship of milk production, milk expected progeny difference, and calf weaning weight in Angus and Simmental cow-calf pairs *J Anim Sci* 1992;70:3304-3310.
60. Martínez C, Frahman R, Buchanan D, Geisert R. Caracterización de la raza criolla Blanco Orejinegro (BON). I. Comportamiento reproductivo y parámetros genéticos del crecimiento predestete. *Rev ICA* 1989;24:270-282.
61. Martínez GE, Koch RM, Cundiff LV, Gregory KE, Van Vleck LD. Number of calves born, number of calves weaned, and cumulative weaning weight as measures of lifetime production for Hereford cows. *J Anim Sci* 2004;82:1903-1911.
62. Martínez VG, Montaña BM, Palacios FJ. Productividad hasta el destete de vacas Criollo, Guzerat y sus cruza recíprocas F1. *Téc Pecu Méx* 2008;46(1):1-12.

63. Mascioli D, De la Paz P, El Faro L. Estimativas de parámetros genéticos e fenotípicos para características de crescimento ate a desmama em bovinos da raça Canchim. Rev Bras Zootec 1997;26:709-713.
64. McMorris MR, Wilton JW. Breeding system, cow weight and milk yield effects on various biological variables in beef production. J Anim Sci 1986;63:1361-1372..
65. Melton AA, Riggs JK, Nelson LA, Cartwright TC. Milk production, composition and calf gains of Angus, Charolais and Hereford cows. J Anim Sci 1967;26:804.
66. Minyard JA, Dinkel CA. Heritability and Repeatability of Weaning Weight in Beef Cattle. J Anim Sci 1965;24:1072-1074.
67. Montano-Bermudez, M Nielsen MK. Biological efficiency to weaning and to slaughter of crossbred beef cattle with different genetic potential for milk. J Anim Sci 1990;68:2297-2309.
68. Morris CA, BennettGL, Baker RL, Carter AH. Birth weight, dystocia, and calf mortality in some New Zealand beef breeding herds. J Anim Sci 1982;62:327-343.
69. Nelson LA, Beavers GD. Beef x beef and dairy x beef females mated to Angus and Charolais sires. I. Pregnancy rate, dystocia and birth weight. II. Calf growth, weaning rate and cow productivity. J Anim Sci 1982;54:1138-1159.
70. Neville WE. Influence of dam'Sx milk production and other factors on 120- and 240-day weight of Hereford calves. J Anim Sci 1962;21:315-320.

71. Notter DR, Cundiff LV, Smith GM, Laster DB, Gregory KE. Characterization of biological types of cattle. VII. Milk production in young cows and transmitted and maternal effects on preweaning growth of progeny. *J Anim Sci* 1978;46:908.
72. Nuñez-Domínguez R, Van Vleck LD, Cundiff LV. Breed comparisons for growth traits adjusted for within-breed genetic trend using expected progeny differences. *J Anim Sci* 1993;71:1419-1428.
73. Olson LW, Peschel DE, Paulson WH, Rutledge JJ. Effects of cow size on cow productivity and on calf growth, postweaning growth efficiency and carcass traits. *J Anim Sci* 1982;54:704-712.
74. Olson TA, Dijk A, Koger M, Hargrove DD, Franke DE. 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* 1985;61:1121-1131.
75. Olson TA, Reproductive efficiency of cows of different sizes. 42nd Annual Florida Beef Cattle Short Course Proceedings. University of Florida Animal Science Department [serial online] 1993 [cited 2009 May 3]:1(1)[6 screens]. Available from: URL <http://www.animal.ufl.edu/extension/beef/shortcourse/1993/OLSON.PDF>
76. Ornelas GT. Productividad total de hembras Indobrasil y su relación con su peso al nacer o al destete (tesis de maestría). Chapingo (Estado de México) México: UACH, 1987.
77. Ossa SG, Suárez TM, Pérez GJ. Environmental and genetic aspects of weaning weight in native cattle of Colombia. *Rev MVZ Córdoba* 2005;10(2):673-683.

78. Peacock FM, Koger M, and Hodges EM. Weaning Traits of Angus, Brahman, Charolais and F1 Crosses of these Breeds. *J Anim Sci* 1978;47:366-369.
79. Pell EW, Thayne WV, Factors Influencing Weaning Weight and Grade of West Virginia Beef Calves. *J Anim Sci* 1978;46:596-603.
80. Peña de Borsotti N, Müller-Haye B, Verde O, Plasse D, Ríos J, González M. Comportamiento productivo de *Bos taurus* y *Bos indicus* y sus cruces en el llano Venezolano. II Peso al nacer. Memorias ALPA. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. México, 1974;9:303-311.
81. Pimienta C, Martins A, Sarmento R. Estimativas de heredabilidad de efeitos direto e materno de características de crecimiento de bovinos Guzerá, no estado de Paraíba. *Rev Bras Zootec* 2001;30:1220-1223.
82. Plasse, D, Verde O, Beltrán J, Márquez N, Shultz T, Braschi N, Capriles A, Benavides A. Parámetros genéticos de pesos mensuales hasta 18 meses de edad en un rebaño Brahman genéticamente cerrado. Memorias de I Congreso Venezolano de Zootecnia. Venezuela. 1978:79.
83. Portillo GE, Soto RR, Ventura M. Suplementación preparto de novillas mestizas durante la época seca. III comportamiento productivo. *Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias LUZ*. 1993;3:25-30.
84. Rendel A, Robertson JA. The use of progeny testing with artificial insemination in dairy cattle. *Journal of Genetics* 1950;50:21-31.
85. Reynolds WL, DeRouen TM, Bellows RA. Relationships of milk yield of dam to early growth rate of straightbred and crossbred calves. *J Anim Sci* 1978;47:584.

86. Reynolds WL, DeRouen TM, Koonce KL. Prewaning growth rate and weaning traits of Angus, Zebu and Zebu-cross cattle. *J Anim Sci* 1982;54:241-247.
87. Reynoso CO. Evaluación del comportamiento productivo hasta el destete de cruzas de ganado Cebú con sementales de las razas Chianina, Charolais, Limousine, Simental, Pardo Suizo y Cebú, bajo condiciones tropicales de México (tesis de maestría). Ciudad de México (Distrito Federal) México: UNAM, 1985.
88. Rutledge JJ, Robison OW, Ahlschwede WT, Legates JE. Milk yield and its influence on 205-day weight of beef calves. *J Anim Sci* 1971;33:563.
89. Robertson RL, Sanders JL, Cartwright TC. Direct and maternal genetic effects on preweaning characters of Brahman, Hereford and Brahman-Hereford crossbred cattle. *J Anim Sci* 1986;63:438.
90. Rojas BJ. Crecimiento hasta el año de edad de Cebú y cruzas de Angus, Charolais, Hereford y Suizo Pardo con Cebú (tesis de maestría). Ciudad de México (Distrito Federal) México: UNAM, 1987.
91. SAGARPA Perspectiva de la Ganadería Bovina en México 2006. Coordinación General en Ganadería, SAGARPA. Coordinador MVZ José Luis Gallardo Nieto Responsables Dr. Eduardo Luna Martínez MPA. Martha Albarrán Díaz.
92. Sagebiel JA, Krause GF, Sibbit B, Langford L, Comfort JE, Dyer AJ, Lasley JF. Dystocia in reciprocally crossed Angus, Hereford and Charolais cattle. *J Anim Sci* 1969;29:245.

93. SAS. SAS User'Sx Guide: statistics. Cary, North Caroline: SAS Inst. Inc., 2003.
94. Sellers HI, Willham RL, DeBaca RC. Effect of certain factors on weaning weight of beef calves. J Anim Sci 1970:31:5-12.
95. Smith T, Factors Affecting Fertility. American Angus Association [serial online] 2010 [cited 2010 June 21]:1(1) [3 screens]. Available from:URL http://www.angus.org/Pub/Newsroom/Releases/020210_NCBAFertility.aspx
96. Stewart TS, Martin TG, Mature weight, maturation rate, maternal performance and their interrelationships in purebred and crossbred cows and Angus Milking Shorthorn parentage. J Anim Sci 1981:52:51-56
97. Szabo F, Lengyel Z, Balika SX, Erdei I, Marton D, Major T, Bene SX. Examination of reproduction and weaning results in Limousin cattle population in Hungary. J Anim. Sci. 2004:82:349.
98. Trail JCM, Gregroy KE, Marples HJS, Kakonge J. Heterosis, Additive Maternal and Additive Direct Effects of the Red Poll and Boran Breeds of Cattle. J Anim Sci 1982:54:517-523.
99. Vargas CA, Olson TA, Chase CC, Hammond AC, Elzo MA. Influence of frame size and body condition score on performance or Brahaman cattle. J Anim Sci 1999:77:3140-3149.
100. Vernon EH, HaRzey WR, Warwick EJ. Factors affecting weight and score of crossbred-type calves. J Anim Sci 1964:23:21-27.
101. Wagoner HC, Ansotegui RP, Ropp MD, Lipsey RJ. Calving ease of heifers bred to Angus and Simmental sires selected for decrease dystocia. American Society of Animal Science [serial online] 2003 [cited 2009 Jun 10]:1(1) [3

screens]. Available from: URL
<http://www.asas.org/western03/data/1000399.pdf>

102. Woolfolk EJ, Knapp B. Weight and gain of range calves as affected by rate of stocking. Montana Agr Exp Sta Bul 1949:463.
103. Zea J, Díaz MD. Producción de carne con pastos y forrajes. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España. 389pp.