

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE CRIANZA DE
BECERROS Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE
LECHE

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA

CLAUDIA RAMÍREZ MARÍN

Asesores:

MC Bernardo de Jesús Marín Mejía
PhD Epigmenio Castillo Gallegos

México, D.F.

2006



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 mi padre, quién dio todo, para asegurarme un futuro prometedor.

A mi ama, que siempre me impulso a ser lo que soy.

A mi hermanastra "Mimi" que me aguanta y que se apure.

Y a toda mi hermosa familia, que siempre ha estado ahí para apoyarnos.

Y demás seres queridos, que están día a día con nosotros.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a mi ama y hermanastra por apoyarme, todo este tiempo, para lograr mi titulación, GRACIAS.

Y a todos los que intervinieron y me enseñaron grandes cosas, en el rancho, en lo laboral y no laboral; son innumerables las personas, que en mayor o menor medida siempre estuvieron dispuestos a ayudarme, sigan compartiendo todo lo que saben.

Sin olvidarme de los 2 semestres y cuarto que conocí, inter, "Los Tamaulipas", "Los Guerrero", amigos de la UAM y uno que otro de la BUAP, Rosita, Colombianos y Brasileños, los cuales me dejaron grandes vivencias y muy buenas lecciones, siempre recordare los buenos momentos.

Y no menos importantes, mis asesores por ayudarme a realizar mi tesis y demás académicos que siempre se ofrecieron a aclarar mis dudas y me hicieron sentir como en casa.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
MATERIAL Y MÉTODOS.....	10
RESULTADOS.....	16
DISCUSIÓN.....	19
REFERENCIAS.....	26
FIGURAS.....	33
CUADROS.....	41

RESUMEN

RAMÍREZ MARÍN CLAUDIA. Comparación de dos sistemas de crianza de becerros y su efecto en la producción de leche (Bajo la dirección del: MC Bernardo de Jesús Marín Mejía y PhD Epigmenio Castillo Gallegos).

Se determinaron las diferencias entre tratamientos, teniendo como animales experimentales a 22 becerros que se asignaron al azar a los tratamientos: Crianza artificial (CA), y Amamantamiento restringido (AR). En CA, del sexto al 30 día de edad, se les ofreció 5 litros de leche en dos tomas; la cantidad de leche se redujo, entre los 31 y 60, 61 y 90 y 91 y 120 días de edad, a 2.5, 1.25 y 0 litros respectivamente, sustituyendo con suero de quesería y ajustando la cantidad necesaria semanalmente de acuerdo al porcentaje de grasa en leche y suero. En AR, entre el día 6 y 20, se alimentaron con la leche de dos cuartos y la residual, entre los días 21 y 90, se alimentaron con la leche de un cuarto y la residual; y hasta los 120 días de edad con la leche residual. En los dos tratamientos se utilizó el apoyo directo del becerro y la edad al destete a los 120 días. Pastaron en estrella Santo Domingo (*Cynodon nlemfuensis*) agrupados por edades, y consumieron un concentrado *ad libitum*, hasta llegar a 1.3 kg/día. La ganancia diaria de peso fue en promedio de 0.531 kg, no habiendo diferencias significativas ($P>0.05$). El consumo de leche fue menor ($P<0.01$) en CA con 245 y 301 kg para AR. La producción diaria y para la venta, mostró diferencias altamente significativas ($P<0.01$), a favor de AR, con producciones de 9.9 y 899, siendo para CA de 7.9, y 717 kg, respectivamente. Se concluye que las GDP no se vieron afectadas por el uso del suero de quesería y se obtuvieron mayores consumos de leche, en AR. La PLV, se vio afectada por CA, aún con apoyo directo, al momento del ordeño.

INTRODUCCIÓN

En México, desde la introducción de los primeros bovinos en el siglo XVI, hasta fines del siglo XIX, la ganadería se desarrolla fundamentalmente en las haciendas, destinándose la producción de carne y leche para el consumo interno. A principios del siglo XX, se importa ganado de razas lecheras, impactando a corto plazo en el crecimiento de la producción de leche; se puede decir que la consolidación de la lechería comercial se da a partir de los años cuarenta, condicionada por el desarrollo industrial y el mercado interno.¹

La leche es recomendada por organismos internacionales como FAO y UNESCO, como un alimento indispensable en la nutrición humana. Se estima que la población mundial consumió en 1999 poco más de 464 millones de toneladas en equivalente leche. En México, el consumo *per cápita* promedio es de 97 kg, muy por debajo de los 188 kg que recomienda la FAO.²

La producción de leche en México, de 1990 a 2000, mostró un crecimiento de casi 50%, siendo en este último año de 9,190 millones de litros, con una tasa de crecimiento media anual del 4.4%. México es un país con potencial productivo, siendo las características de este sector, la coexistencia de sistemas de producción intensivos, con altos costos, junto con esquemas de negocio familiar, con poca especialización y de baja intensidad, pero rentable dado sus bajos costos.^{1,2} Se puede pensar que la reducción en sus márgenes de rentabilidad es consecuencia de mayor competencia, la cual hace que las ganancias que antes eran de pocos se repartan entre más.³ La producción de leche se desarrolla en condiciones muy heterogéneas desde el punto de vista tecnológico, agroecológico y socioeconómico, distinguiéndose cuatro sistemas: el especializado, el semiespecializado, el de doble propósito y el familiar o de

traspatio. ¹ Por otra parte, la superficie tropical de México es cercana a los 50 millones de hectáreas; de esta, el 37% se dedica a la ganadería y origina el 16% de la producción nacional de leche, de la cual, al menos el 40% se destina a la industria quesera. ²

En el estado de Veracruz, hay distintos sistemas de ganadería tropical de bovinos: cría de becerros al destete, con opción de hacer o no el ordeño, engorda de éstos hasta el sacrificio y combinaciones de ambos. El 71.5% del inventario ganadero bovino, se encuentra bajo el sistema de doble propósito. ⁴ Dentro de este sistema, se utilizan razas cebú y sus cruzas con Suiza, Holstein y Simmental. El ganado tiene como función zootécnica principal el producir carne o leche dependiendo de la demanda del mercado. Los niveles de producción de leche y la duración de la lactancia en vacas son menores que los registrados en las regiones templadas. ⁵ La leche se destina a la venta directa al consumidor, para la elaboración de quesos y a empresas industriales. ¹

En 1994 la producción nacional de leche se destinó en un 31.4% para la elaboración de lácteos, destacando el queso (90%) y el yogur (3%); en segundo lugar aparecen las pasteurizadoras que utilizaron el 26.3% del volumen total; los productos artesanales aparecen en tercer sitio con 22%, y en cuarto lugar el consumo directo de leche no procesada, concentrando 19%; además se considera el volumen captado por Liconsa para los programas sociales con el 1.3% de la producción nacional. En cuanto a las importaciones para el mismo año, el 45.6% se destino para el abasto social, 10% al consumo directo y el 44.4% para la industria. ⁶

La mayoría de las explotaciones de doble propósito cuentan con animales de baja calidad genética, como resultado de la falta de esquemas de cruzamientos

adecuados. Otro problema que afecta en gran medida su desarrollo, es la falta de cuidado o previsión por parte de los productores en la cría de reemplazos, lo que ocasiona un detrimento en el crecimiento de los animales. Esto en parte se debe a la baja producción de leche disponible para los becerros y, a que el productor trata de comercializar la mayor cantidad de leche, sacrificando el crecimiento de la crías.^{4, 7, 8, 9}

La crianza de becerros, es considerada como una etapa fundamental, pues de ella derivan los animales que se destinan a la engorda y las hembras que reemplazarán a las vacas viejas, improproductivas o con problemas reproductivos.^{4, 10} Esta etapa, es la más crítica de la vida del becerro, ya que en ésta se determinan las ganancias de peso adecuadas.¹¹

El crecimiento de los becerros está determinado por la nutrición, el ambiente, la genética y la presencia de enfermedades. El tubo digestivo de un ternero recién nacido es esencialmente de naturaleza no rumiante. La leche se desvía del rumen subdesarrollado y pasa al omaso y el abomaso por la gotera esofágica.¹²

Es necesario adaptar al becerro al consumo tanto de alimentos lácteos, como de concentrados y forrajes, ya que estos tienen una influencia decisiva en el consumo voluntario antes y después del destete; por lo tanto, para lograr un desarrollo adecuado del becerro, cuando se restringe el consumo de leche, es necesaria la alimentación con concentrado.¹³ El concentrado ofrecido debe ser palatable para estimular su consumo, ya que es una fuente de nutrientes esenciales y la capacidad del rumen es muy reducida en esta etapa.¹⁴

El sistema de crianza comúnmente practicado por los productores es el tradicional o "natural", donde el becerro a la hora del ordeño "apoya o estimula

la bajada de la leche”. Una vez ordeñada la vaca, permanece con la cría de 6 a 8 horas hasta que se realiza el “arreo” o separación; las ganancias diarias de peso de los becerros son bajas (300-400 g /día), el destete se realiza de los 8 a 9 meses, con un peso de 160-170 kg y las vacas disminuyen significativamente su condición corporal, así como su eficiencia reproductiva.^{7, 10}

El amamantamiento restringido (AR), consiste en ofrecer cantidades limitadas de leche o bien disminuirla paulatinamente conforme crece el becerro; se ofrece un complemento alimenticio y las ganancias de peso fluctúan entre los 600–800 g; los becerros se destetan a los 4 meses de edad entre los 125 a 140 kg. Este sistema de crianza trata de guardar un equilibrio entre el crecimiento del becerro y la eficiencia reproductiva de la vaca.¹⁰

Otro sistema de crianza, es el artificial, donde los becerros reciben determinadas cantidades de leche en cubeta o biberón, generalmente suministradas en una o dos tomas al día y el destete normalmente se efectúa antes de los seis meses; las ganancias diarias de peso van de 500 a 600 g, con pesos al destete de 87 a 90 kg. Se tiene la ventaja de que las vacas presentan una mejor condición corporal y además reinician su actividad ovárica posparto con mayor rapidez.^{7,10}

Cada método de crianza tiene efectos específicos sobre el becerro, así como sobre el comportamiento productivo de la vaca.^{8,9,15,16,17}

Es posible sustituir gran parte de la leche entera por leche descremada, sustitutos, leche de vaca con mastitis, fórmulas lácteas y suero de quesería.^{7,10,18,19,20}

El consumo de leche es determinante en los costos de producción de un becerro. Alonso (2002), estimó un consumo de 456 y 468 kg para becerros en

pastoreo y en estabulación de 516 y 456 kg de leche, respectivamente, con dos modalidades de amamantamiento restringido (con estímulo y sin estímulo), estimando un costo de producción en cada tratamiento de \$2,558 y de \$2,448 respectivamente. En otro estudio, Vargas (2002), quien trabajó en un rancho ubicado en el municipio de Nautla, Veracruz, estimó consumos totales de leche, de 267 y de 347 kg, para becerros destetados a los 4 y 6 meses de edad, con un costo de \$1,686.00 y de \$2,268.00, respectivamente.

Magaña *et al.* (1996), concluyeron que el sistema de amamantamiento restringido resulta ventajoso en cuanto al crecimiento de los becerros, a la producción de leche de las vacas y a la salud tanto de los becerros como de las madres, aunque estas perdieron más peso durante el posparto y tuvieron un comportamiento reproductivo más bajo en comparación con las de crianza artificial, situación desfavorable para la eficiencia de los sistemas de doble propósito.

Con el objetivo de buscar una alternativa y disminuir la cantidad de leche utilizada en la crianza, Espinosa (2004), encontró consumos, para la crianza con amamantamiento restringido de 448 y 425 kg, contra 277 kg para los de crianza artificial, en dos periodos evaluados (becerros nacidos en primavera y otoño). Esta reducción en el consumo, se debió a la sustitución paulatina de la leche por suero de quesería, mismo que representa una alternativa en la alimentación. Con respecto a lo anterior, Montero²¹, al trabajar suero de leche fermentado concluyó, que en becerros, el consumo de suero ahorra en un 40% el consumo de concentrado o sustituye en un 25% el consumo de leche del becerro, sin detrimento en las ganancias diarias de peso.

El suero es el componente acuoso, que se elimina tras el cuajado de la leche en la elaboración del queso. La cantidad de suero es aproximadamente el 83% del volumen total de la leche empleada. Dada la cantidad de nutrientes valiosos, el suero no debe desecharse, sino aprovecharse para la alimentación humana y del ganado. Es utilizado en piensos para cerdos y aves, suplementación del valor nutritivo del pan, cosméticos, farmacéuticos, fabricación de lactosa, jarabes de galactosa/ glucosa, fabricación de ácido láctico, entre otros. ²²

En promedio, el suero contiene 65 g de materia seca por kg que comprenden 50 g de lactosa, 6 g de proteína, 6 g de cenizas, 2 g de nitrógeno no proteico y 0.5 g de grasa. También es rico en vitaminas del complejo B y en vitamina C; las proteínas que contiene son la lacto albúmina y la lactoglobulina. ^{23,24}

A pesar de estas cualidades, durante muchos años las proteínas del suero no se usaron para consumo humano o del ganado; éste solo sirvió de alimento para porcinos y el resto fue eliminado por las cloacas y los ríos, o se dispersaron sobre los campos, por lo que así provocaron una importante contaminación del medio ambiente. Se ha calculado que el efecto contaminante de 1,000 litros de suero es equivalente al que producirían 400 personas. ²⁵

Los sistemas de crianza de becerros en las zonas tropicales, deben realizarse pensando en disminuir el costo de producción, sin limitar el buen desarrollo del becerro, además de mejorar la condición corporal de las vacas y aumentar la producción láctea para la venta. Esto, hace necesario buscar alternativas de crianza de becerros que permitan obtener la máxima cantidad de leche producida para la venta, sin afectar el desarrollo del becerro. Pese a que en el

trabajo de Espinosa (2004), las ganancias de peso de los becerros fueron similares, la producción total de leche para la venta fue afectada significativamente, siendo inferior en la crianza artificial por 204 y 465 kg en los dos periodos evaluados, lo cual se atribuyó a la falta de estímulo recibido por la vaca del becerro, ya que sólo se presentó el becerro a la vaca, sin realizar el apoyo para la bajada de la leche.

Justificación

Dado que la sustitución de leche por suero de quesería es una alternativa viable para criar becerros, ya que se refleja en buenas ganancias de peso, se propuso realizar un experimento similar al de Espinosa (2004), pero efectuando el estímulo directo del becerro sobre la vaca, para apoyar la bajada de la leche.

HIPÓTESIS

La sustitución de leche por suero de quesería no afectará las ganancias diarias de peso de los becerros en crianza artificial en comparación con los de amamantamiento restringido. Por otro lado, el estímulo directo del becerro en los dos sistemas, permitirá producciones similares de las vacas.

OBJETIVO GENERAL

Comparar el desarrollo de becerros bajo dos sistemas de crianza y evaluar su efecto sobre la producción de leche en esta etapa.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos de éste experimento fueron determinar:

1. Las ganancias diarias de peso de los becerros criados de forma artificial y con amamantamiento restringido.
2. El consumo de leche de los becerros bajo amamantamiento restringido.
3. La producción de leche para la venta durante la fase de crianza, comprendida desde los 7 días hasta los 120 días de edad (destete).

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el Módulo de Producción de Leche y Carne con Vacas F1, del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ), de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El CEIEGT se encuentra localizado en el Km 5.5 de la carretera federal Martínez de la Torre – Tlapacoyan, Veracruz. El clima del área es Af (m) w" (e), cálido húmedo, sin estación seca definida. La temperatura media anual promedio es de 23.4°C y la precipitación total anual promedio es de 1991 mm. Su situación geográfica es a los 20°02' de latitud N y 97°06' de longitud W; con una altitud media de 112 ± msnm.²⁶ La figura 1 muestra las condiciones climáticas durante el experimento.

Animales experimentales y tratamientos

Se utilizaron 22 becerros nacidos entre noviembre de 2004 y enero de 2005, que se asignaron al azar, procurando designar igual número de becerros machos y hembras a los siguientes tratamientos:

Crianza artificial con sustitución paulatina de leche por suero de quesería (CA), y Amamantamiento restringido (AR).

Manejo de los becerros

Después de nacer, el becerro permaneció con la vaca hasta que pudo desplazarse por si mismo al área de ordeño. Sólo entonces los becerros fueron retirados de la madre, permitiendo sólo a los de AR, el consumo directo del calostro por 5 ó 6 días, o hasta que comenzó la secreción láctea.

Alimentación

Consumo de suero y leche.

En CA, de los 6 a los 30 días de edad, se les ofreció 5 litros de leche en dos tomas (mañana y tarde); entre los 31 y 60, 61 y 90 y 91 y 120 días de edad, se redujo la cantidad de leche a 2.5, 1.25 y 0 litros, respectivamente, sustituyendo con suero la cantidad necesaria para completar el equivalente a los 5 litros de leche iniciales, dando una sola toma por la mañana; el ajuste de la cantidad de suero asignada se realizó semanalmente de acuerdo al porcentaje de grasa de la leche y el suero. En AR, a partir del sexto día de edad y hasta los 20 días, los becerros se alimentaron después del ordeño, con la leche de dos cuartos de la ubre y la leche residual, durante 20 minutos. Entre los días 21 y 90, se alimentaron con la leche de un cuarto y la residual, y finalmente, se alimentaron con la leche residual por la mañana hasta los 120 días de edad. En los dos tratamientos se utilizó el apoyo directo del becerro como estímulo para la bajada de la leche, permaneciendo éste junto a la vaca durante el ordeño; la edad de destete para ambos tratamientos, fue de 120 días.

Consumo de forraje

Los becerros pastaron en un sistema continuo, praderas de pasto estrella Santo Domingo (*Cynodon nlemfuensis*), que durante el experimento presentó una digestibilidad media de 55.1%. Estos animales se agruparon por edad similar (1, 2, 3 y 4 meses), para realizar el pastoreo.

Consumo de alimento concentrado

Los becerros consumieron un concentrado con 14.1 % de PC ofrecido *ad libitum* para cada grupo de edad, alcanzando un consumo de 1.3 kg/día al finalizar el experimento.

Preparación del suero

Se utilizó el suero obtenido en la elaboración de quesos en el taller de lácteos del CEIEGT, el cual se fermentó a temperatura ambiente por 18 a 20 horas.

Mediciones

Se registró el peso al nacer de los becerros y posteriormente se pesaron semanalmente sin dietar. Con esos datos se calcularon las ganancias diarias. En el tratamiento de AR los becerros se pesaron antes y después de mamar, para calcular por diferencia su consumo de leche.

Para estimar el contenido de grasa de la leche y el suero se utilizó el método de Gerber.²⁷

El consumo de concentrado se estimó por diferencia entre lo ofrecido y lo rechazado y se expresó como (kg /becerro/ día). Se determinó por triplicado la digestibilidad *in situ* de la materia seca (DISMS, %) del forraje presente en cada grupo de pastoreo, utilizando la técnica Orskov²⁸, para lo cual se usó una vaca adulta fistulada, repitiendo el análisis de cada muestra al menos dos veces en el tiempo. Las muestras de cada lote de alimento concentrado y de forraje presente, se analizaron por duplicado para determinar el contenido de proteína cruda (PC, %) según la AOAC.²⁹

Diariamente se registró la producción de leche ordeñada de cada vaca, con medidores del tipo New Holland-Ruakura acoplados al sistema de ordeño mecánico.

Medicina Preventiva

Al llegar al área de ordeño a los becerros se les desinfectó el ombligo con azul de metileno y al segundo o tercer día de edad, se les aplicaron por vía intramuscular 2 ml de un complejo de hierro y vitaminas ADE. A los 2.5 meses de edad se les aplicó: bacterina triple contra pasteurelisis y clostridiasis. Se vacunaron contra rabia paralítica bovina a los 3 meses y a los 4 meses recibieron una bacterina contra leptospirosis. Se desparasitaron internamente cuando el análisis coproparasitoscópico, indicó más de 400 huevos por gramo de heces. La desparasitación externa se realizó cuando la población de garrapatas era de 15 a 20 en los flancos del animal.

Manejo de la vaca

A partir del séptimo día se ordeñaron en forma mecánica una vez al día por la mañana. En AR, se permitió el amamantamiento durante 20 minutos después del ordeño. La vaca consumió melaza *ad libitum* durante el ordeño. Las vacas pastaron en praderas de gramas nativas (*Paspalum spp.* y *Axonopus spp.*) asociadas con pasto estrella Santo Domingo (*Cynodon nlemfuensis*), de acuerdo a un sistema rotacional diario.

DISEÑO Y UNIDADES EXPERIMENTALES Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El diseño experimental fue completamente al azar con los becerros o las vacas como unidades experimentales. Las variables de respuesta sometidas a análisis de varianza fueron: el peso del becerro (PVB, kg), la ganancia diaria de peso del becerro (GDP, kg/día), el consumo de leche por el becerro (CLA, kg/día), la producción de leche total (PDL kg/vaca/día), la producción de leche ordeñada acumulada en los 120 días de lactancia (PLOA, kg/vaca/120 días) y la producción de leche vendible acumulada en los 120 días de lactancia (PLV, kg/vaca/120 días). Para el PVB el modelo de análisis de covarianza fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_j + S_k + R_l + \xi_{(a)} + EL + EL*T + EL*S + EL*R + \xi_{(b)}$$

Donde: Y_{ijkl} es el peso vivo del i-ésimo becerro asignado al j-ésimo tratamiento, del k-ésimo sexo y la l-ésima raza; μ es la media general; T_j es el efecto del j-ésimo tratamiento ($j = CA$ y AR); S_k es el efecto del k-ésimo sexo del becerro ($k = macho$ y $hembra$); R_l es el efecto del l-ésimo fenotipo del becerro ($l = Simmental$ y $F1 \times F1$); $\xi_{(a)}$ es el error en "a", usado para probar los efectos simples de T_j , S_k y R_l ; EL es el efecto lineal de la edad del becerro (covariable); y $EL*T$, $EL*S$ y $EL*R$ son las interacciones entre la covariable y el tratamiento, el sexo y el fenotipo, respectivamente; finalmente, $\xi_{(b)}$ es la variación residual usada para probar los efectos de EL , y las interacciones.

Las interacciones fueron pruebas de homogeneidad de pendientes: Su significancia estadística indicó si los coeficientes de regresión lineal simple para peso vs edad, estimadores de la ganancia diaria de peso, eran similares ($P > 0.05$)

o eran distintos ($P < 0.05$) para los dos niveles de cada uno de los factores tratamiento, sexo y fenotipo.

La ganancia de peso del becerro se analizó directamente, también por covarianza, utilizando el siguiente modelo de efectos simples sin interacciones:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_j + S_k + R_l + b_1(X_i - X_{med}) + \xi_{ijkl}$$

Donde: Y_{ijkl} es la ganancia diaria promedio del i -ésimo becerro asignado al j -ésimo tratamiento, del k -ésimo sexo y la l -ésima raza; μ , T_j , S_k y R_l ya se definieron; b_1 es el coeficiente de regresión que indica unidades de aumento en Y por unidad de aumento en X ; X_i y X_{med} son respectivamente la covariable peso al nacer y su promedio; y ξ_{ijkl} es la variación residual o error experimental, supuesto independiente, normalmente distribuido, con media cero y varianza unitaria.

La estimación de las ganancias diarias de los becerros, por nivel de tratamiento, de sexo y de fenotipo, se efectuó también mediante regresión lineal simple:

$$Y_{ij} = a + bX + \xi_{ij}$$

Donde: Y_{ij} es el peso del becerro; 'a' es la ordenada al origen (intersección con eje Y), estimador del peso al nacimiento promedio; 'b' es el coeficiente de regresión, estimador de la ganancia diaria promedio; X es la edad del becerro; y ξ_{ij} es el error experimental. Éstas regresiones se efectuaron sólo si el análisis de varianza del PVB indicó que la interacción de $EL * T$, $EL * S$ ó $EL * R$ eran significativas ($P < 0.05$).

Las variables CLA, PDL, PLOA y PLV, se analizaron con el modelo siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_j + S_k + R_l + b_1(X_i - X_{med}) + \xi_{ijkl}$$

Donde: Y_{ijkl} es la ganancia diaria promedio del i -ésimo becerro asignado al j -ésimo tratamiento, del k -ésimo sexo y la l -ésima raza; μ , T_j , S_k y R_l ya se definieron; y ξ_{ijkl} es la variación residual o error experimental, supuesto independiente,

normalmente distribuido, con media cero y varianza unitaria. Debido a que los factores en este modelo sólo contaron con dos niveles, la prueba de F del análisis de varianza fue suficiente para declarar ó no diferencias entre los promedios, sin necesidad de aplicar pruebas de rango múltiple.

Todos los análisis estadísticos se efectuaron con el “Statistical Analysis System” (SAS), en su versión para computador personal 6.04 (SAS, 1987).³⁰

RESULTADOS

Peso vivo del becerro

El peso promedio de los becerros en los 120 días de crianza fue de 67.7 kg con una desviación estándar de ± 3.5 que representó un coeficiente de variación de 5.1%. El análisis de varianza, mostró que no hubo efectos significativos ($P>0.05$) del tratamiento, del sexo ó del fenotipo. Por el contrario, el efecto lineal de la edad del becerro y de su interacción con los tres factores arriba mencionados, fue altamente significativo ($P<0.01$), (Cuadro 1). Esto último indicó que las pendientes de peso vs edad de cada nivel de los factores tratamiento, sexo y fenotipo, fueron estadísticamente diferentes a $P<0.01$, lo que justificó la estimación de las ganancias de peso por regresión del peso contra la edad.

Ganancia diaria de peso

Este análisis arrojó una media general de ganancia diaria promedio de 0.531 kg/becerro/día, con una desviación estándar de ± 0.067 kg/becerro/día, que representó a un coeficiente de variación del 12.6%. Ninguno de los factores incluidos en el modelo, implicada la covariable peso al nacimiento, fue estadísticamente significativa ($P>0.05$). La GDP para el AR fue de 0.508 kg/becerro/ día y para CA 0.561 kg/ becerro/ día (Cuadro 2 y 3, Figura 2).

Contrario a esto, el análisis de regresión lineal simple, mostró un efecto altamente significativo ($P<0.01$) de la edad del becerro sobre su mismo peso y en todos los casos, los coeficientes de determinación (R^2) fueron mayores a 0.9, lo que indicó también un alto poder de predicción de estas ecuaciones. Así, para CA la GDP fue de 0.538 kg/día con un error estándar de ± 0.012 kg/día, con valores respectivos

para AR de 0.510 y ± 0.011 . Es notorio que en este grupo de becerros, las hembras ganaran significativamente ($P < 0.01$) más peso que los machos. Por su parte, las cruzas terminales de Simmental fueron superadas por las F1xF1 a razón de 71 g diarios, diferencia que fue altamente significativa ($P < 0.01$) (Cuadro 4).

Consumo de leche (CLA)

El análisis de varianza, mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre tratamientos, encontrándose un consumo promedio de 301 kg/120 días para los becerros de AR, comparados con el consumo asignado de 245 kg para los becerros de CA (Cuadro 2 y 5, Figura 3).

Producción diaria de leche (PDL)

La media general fue de 9.0 kg/día con una desviación estándar de ± 1.2 kg/día, que representó un coeficiente de variación de 14.9%. Las variables incluidas en el modelo explicaron aproximadamente la mitad de la variación total ($R^2 = 0.4864$). El efecto del tratamiento fue altamente significativo ($P < 0.01$) con diferencias a favor de AR (9.9 kg/día) sobre CA (7.9 kg/día) (Cuadro 2 y 5).

Producción de leche ordeñada durante la crianza (PLOA)

La media general fue de 939.8 kg/120 días, con una desviación estándar de 138 kg/120 días (coeficiente de variación de 14.7%). Ninguno de los efectos del modelo fue significativo ($P > 0.05$), explicando éste poco menos del 15% de la variación total. Las medias para ambos tratamientos fueron 899 kg/vaca/120 días para AR y 962 kg/vaca/120 días para CA (Cuadro 2 y 5, Figura 3).

Producción de leche para la venta (PLV)

La media general, su desviación estándar y el coeficiente de variación fueron 817.3 kg/vaca/120 días, \pm 138 kg/vaca/120 días y 16.9%, respectivamente. El análisis mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), durante los 4 meses de lactancia, a favor de AR, con 899 kg/vaca/120 días, en comparación con los 717 kg/vaca/120 días de CA (sin considerar la asignada al becerro) (Cuadro 2 y 5, Figura 3).

Consumo de concentrado

Durante la fase de crianza los becerros consumieron un promedio de 73.5 kg de concentrado, llegando a consumir 1.3 kg por becerro al día. Figura 4.

Composición de los Alimentos

Leche y suero

El contenido de PC, para leche y suero fue de 3.03% y 0.95% en base húmeda, y 25.1% y 14.4% en base seca, respectivamente (Figura 5). La MS de la leche fue de 12.1% y de 6.6% para el suero. El porcentaje promedio de grasa encontrado fue de 3.5% para la leche y 0.5% para el suero (Figura 6).

Concentrado

El contenido de proteína cruda fue de 14.11 %, con 5% grasa, 12.99% de fibra cruda y 4.76% cenizas.

Forraje

La concentración promedio de PC en base seca fue de 8.8%, con 32% de MS (Figura 7). La DISMS promedio fue de 55.1% (Figura 8).

DISCUSIÓN

Ganancia total de Peso

Las ganancias de peso más económicas y más eficientes se obtienen cuando los becerros son destetados a edades tempranas. Los criterios empleados para decidir sobre el destete precoz consideran: edad, peso corporal, ganancia diaria de peso, consumo total de dieta líquida y consumo diario de concentrado iniciador, ya sea en forma individual o bien la combinación de dos o más de éstos.¹⁴

En el presente trabajo, los pesos al destete fueron de 104.5 kg para los becerros de CA, contra 97.4 kg para becerros en AR. Sin embargo, no hubo diferencia estadística significativa ($P > 0.05$) entre tratamientos en cuanto al promedio de peso vivo del becerro, aún considerando el peso al nacimiento, donde si hubo diferencias significativas ($P < 0.05$).

De Santos³¹ obtuvo un mejor peso para el AR en comparación con la CA, pero usó leche entera que retiró paulatinamente; en el caso del presente estudio, se usó suero para sustituir la leche cuyo suministro se redujo a lo largo de la lactancia. Para becerros en AR, Alonso⁸, obtuvo un peso al destete de 104 kg, muy similar al del presente experimento. Por el contrario, Diaz³² informó que becerros destetados a los 4 meses, presentaron pesos de 146 y 128 kg para AR y CA, respectivamente, pero con consumo de leche de hasta 690 kg/120 días en becerros de CA. Gómez,³³ trabajó con becerros Holstein- Cebú destetados a los 150 días de edad, a los que expuso a restricción ó sin restricción de leche, y obtuvo pesos al destete de 141 kg y 139 kg, con un consumo de leche similar (4.6 y 4.7 kg/becerro/día, respectivamente) entre ambos tratamientos.

Ganancia diaria de peso

Los rumiantes domésticos que no ganan peso las primeras semanas de vida, no pueden recuperar e igualar el desarrollo de los becerros bien alimentados.¹⁴ Por esto, se recomienda el amamantamiento dos veces al día o doble amamantamiento, por la mañana y por la tarde, para que los becerros tengan mejor crecimiento y desarrollo en el primer mes de vida. Posteriormente, el amamantamiento debe ser una vez al día, con el propósito de favorecer el desarrollo ruminal.³⁴

En el presente experimento, se buscó la forma de garantizar un consumo adecuado de leche en el sistema de AR, que se reflejara en el buen desarrollo del becerro. Para ello, en lugar de permitir el doble amamantamiento, se dejaron dos cuartos para el consumo de leche del becerro. Espinosa¹⁸, al utilizar doble amamantamiento encontró que en el primer mes de vida, el becerro consumió 5.7 kg/día, mientras que en este estudio, el consumo en los primeros 20 días de edad, fue de 4.4 kg/becerro/día, siendo las ganancias de peso similares entre AR y CA. Al igual que lo encontrado en el presente experimento, Espinosa¹⁸ informó que la sustitución de leche por suero de quesería en la CA no estimuló ganancias de peso superiores a las obtenidas con AR. Díaz³² asignó consumos de leche de 6 kg/animal/día en la CA y obtuvo ganancias de 789 g/día, comparado con consumos para el AR de 4.7 kg/día, con GDP de 947 g/día para AR. Asimismo Sanh³⁵, encontró GDP más altas para el AR, que las obtenidas para la CA.

El análisis de regresión lineal mostró que la ganancia diaria de peso de CA fue superior por sólo 20 gramos diarios a la de AR. Aunque estadísticamente se

demonstró que tal diferencia fue altamente significativa ($P=0.0001$; Cuadro 1), es bastante dudoso que una diferencia tan pequeña sea de algún significado biológico en la vida futura del animal. Asimismo, se presentó el caso inusual de que la GDP de las hembras fue superior a la de los machos ($P=0.0001$; Cuadros 1 y 3). Esto pudo ser consecuencia de que los machos de AR siempre mostraron bajas ganancias de peso, lo cual no puede ser separado por el ANDEVA, ya que no captó dicho comportamiento. Por el contrario, De Santos,³¹ no encontró efecto del sexo sobre las GDP, mientras que Quijada³⁶, si encontró diferencias significativas entre hembras y machos, a favor de este último; además del sistema de crianza, edad del becerro, época de nacimiento, y condición corporal de la vaca, pero las GDP que informa fueron inferiores a la del presente trabajo, siendo su media general de 320 g/día. Ruiz *et al*³⁷ obtuvo ganancias de peso de 480 g/día en becerros criados mediante AR.

Consumo de leche

Se ha observado que la leche consumida por los becerros directamente de la ubre, llega casi un 100% directamente al abomaso, lo que no ocurre cuando los becerros la consumen de la cubeta, pues en estas condiciones, una gran proporción de leche pasa directamente al rumen y la eficacia con la que los nutrientes son utilizados por fermentación es menor en comparación con la digestión gástrica. Alimentar al becerro con leche a nivel del 8 al 10% del peso corporal por día, usualmente permite la ganancia de 0.3 a 0.4 kilogramos por día.¹⁴ En el presente estudio, los consumos de leche para CA fueron de 245 kg y de 301 kg para becerros en AR. Éstos últimos amamantaron dos cuartos de la ubre y la

leche residual, durante 20 minutos por la mañana durante 20 días, lo cual difirió del experimento de Espinosa¹⁸, cuyos becerros en AR consumieron en promedio 437 kg en 120 días, pero amamantando dos veces al día, en la mañana y en la tarde, lo cual es muy superior a los 277 kg de sus becerros en CA, lo cual sin embargo, no se reflejó en mayores GDP en ese estudio.

Díaz³², encontró consumos de leche de 690 kg en CA, comparado con 534.7 kg en AR, aunque el efecto fue obtener mayores pesos al destete; de igual manera, Gomez³³ obtuvo consumos de 690 kg con un destete a los 150 días en AR. Alonso⁸, encontró consumos de 456 kg en 120 días para becerros en AR, con pesos al destete similares al presente trabajo. Esto indica que el consumo de leche que se pueda lograr en la CA y el AR depende de la cantidad de leche que se asigne diariamente al becerro, sea a través del tiempo de amamantamiento y número de cuartos dejados para amamantar o bien por medio de la cantidad de leche asignada para consumir en cubeta.^{38,39,40}

El presente experimento es un buen ejemplo de que se puede disminuir el consumo diario de leche entera, sustituyendo paulatinamente parte de esta con suero de quesería. El suero fresco tiene un bajo costo y de éste, los becerros llegan a consumir hasta 8 litros a los 6 meses de edad²¹. Los becerros del presente estudio llegaron a consumir 10 litros a los 3-4 meses, con ganancias de 538 g/día. Si bien el incremento en el consumo de suero no afecta aparentemente las GDP, dicho incremento puede disminuir el consumo de concentrado. Espinosa¹⁸ administró 5 litros de suero a los 4 meses de edad, fijando el consumo de concentrado en 1.5 kg/becerro; en comparación, en el presente estudio, se

registraron consumos de concentrado menores, de hasta 1.3 kg/becerro/día, pero con el consumo de hasta 10 litros de suero.

Producción diaria de leche y leche ordeñada durante la crianza

Los trópicos poseen gran potencial para el desarrollo de la ganadería lechera, en donde se puede aumentar la productividad e incrementar las técnicas de producción. En muchas ocasiones el ganadero prefiere que el becerro se tome la leche de la vaca, porque debido al bajo precio de ésta última, le conviene más que ordeñar y tratar de comercializarla.⁴¹ Así mismo, los promedios de producción de leche en las vacas en la mayoría de los casos son tan bajos que no llegan a ser rentables.⁴² Sin embargo hay que destacar, que la presencia del becerro es necesario para la bajada de la leche y el mantenimiento de la lactancia.⁴³

En esta investigación, la producción diaria de leche (ordeñada + consumida por el becerro), fue diferente entre tratamientos siendo superior para el AR, a pesar de que se ordeñaron sólo dos cuartos en los primeros 20 días y 1 cuarto del 21 a 90 y no los cuatro cuartos como en la CA. La PDL en AR fue 20% más que en CA, diferencia relativa parecida a la mencionada por Magaña,¹⁹ quien al considerar la leche consumida por el becerro, encontró 29% más producción en AR. Por otro lado, al evaluar la producción de leche ordeñada por vaca (PLOA) durante el periodo de crianza, no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$), lo que coincide con Espinosa¹⁸ y Msanga⁴⁴, quien concluyó, al evaluar la productividad de leche ordeñada, que no era perceptiblemente más alta para los que amamantaron comparada con CA.

Producción de leche para la venta

Diversos autores encontraron una ligera ventaja de producción de leche a favor del grupo de CA, la cual desapareció cuando se consideró la leche consumida por el becerro. El AR es más ventajoso a la cantidad de leche vendida y producida, y a la salud de la glándula mamaria de las vacas.^{8,18,19,37,40,45,46}

La cantidad de leche para la venta en este trabajo, fue a favor de AR, al igual que el trabajo de Espinosa¹⁸. Pese a que se apoyó con el becerro en la CA, el estímulo no fue suficiente para alcanzar la misma producción de leche del AR, de tal forma que al descontar la leche consumida por el becerro, se afectó negativamente la cantidad de leche para la venta. Así, utilizar leche en CA, aún con una sustitución paulatina, en este caso por suero, no es recomendable en sistemas en donde la bajada de la leche esté condicionada al estímulo del becerro; quizá reducir la cantidad de leche ofrecida en un menor tiempo o el uso de oxitocina sean alternativas viables para que sea mayor la cantidad de leche para la venta.

Consumo de concentrado

En el presente experimento el consumo promedio de concentrado llegó a 1.3 kg/día/becerro. Sin embargo, el manejo general empleado no permitió la medición por tratamiento. Diferentes autores han demostrado que es necesario administrar concentrado al becerro, además de forraje, para que el rumen y sus funciones se desarrollen lo más rápido posible. No obstante, informes como el de Margerison⁴⁰ con concentrado dado a libre acceso, los becerros en CA consumieron más que los de AR. Al contrario, Espinosa¹⁸ encontró consumos mayores para becerros en AR, que atribuyó a la restricción en el consumo de leche.

CONCLUSIONES

- El peso acumulado y las ganancias de peso fueron similares entre tratamientos, por lo que se concluye que el uso de suero de quesería en esquemas de CA es factible, sobre todo porque en AR los consumos de leche son mayores.
- El apoyo del becerro en la CA no fue suficiente para promover la producción de leche ordeñada al mismo nivel del AR.
- De acuerdo a lo anterior, la producción de leche para la venta, se vio disminuida por el consumo de los becerros en CA, siendo notoria la superioridad en la producción de leche para la venta en AR.

REFERENCIAS

1. Secretaría de Agricultura. Situación actual y Perspectiva de la Producción de leche de ganado bovino en México, 1990-2000. México (DF): SAGAR, 2000.
2. FIRA, Tendencia y oportunidades de desarrollo de la red leche en México. Boletín Informativo No 317, Vol. XXXIII 2001.
3. Dávalos-Flores JL, Villegas-Valladares E. Análisis de razones financieras en la empresa lechera intensiva: un estudio de caso en el altiplano mexicano. Vet. Méx. 2005;36(1):25-40.
4. Marín MB, Livas CF. Experiencias en la crianza de becerros en sistemas de doble propósito. 9° Día del ganadero "Conocer más para producir mejor"; 2001 julio 6; H. Tlapacoyan (Veracruz). México: CEIEGT, FMVZ, UNAM, 2001:5-9.
5. Syrstad O. La producción de leche y la duración de la lactancia en regiones tropicales. W Anim Rev 1993; 74(75): 68-71.
6. Del Valle RMC, Álvarez MAG. La producción de leche en México en la encrucijada de la crisis y los acuerdos del TLCAN. Reunión de LASA; 1997 abril 17-19; Guadalajara (Jalisco) México. [19 screens]. Available from: URL:<http://136.142.158.105/LASA97/delvrivalvarez.pdf>.
7. González OA, Jáimes VA. Crianza de becerros de sistemas de doble propósito del centro experimental "Las Margaritas". Hueytamalco, Puebla. Memorias del curso: Crianza de becerros en sistemas de doble propósito; 1995 octubre 16-18; Martínez de la Torre (Veracruz). México: CEIEGT, FMVZ, UNAM, 1995: 21-26.

8. Alonso PR. Efecto del pastoreo o estabulación sobre las ganancias de peso, peso al destete y costo de becerros *Bos taurus x Bos indicus* en dos modalidades de amamantamiento restringido (tesis de licenciatura). Amecameca (Edo. de México) México: Universidad Autónoma del Estado de México, 2002.
9. Vargas BA. Efecto de dos edades al destete sobre la productividad de becerros y vacas en un sistema de doble propósito en el trópico húmedo (tesis de licenciatura). Oaxaca de Juárez (Oaxaca) México: Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, EMVZ, 2002.
10. Marín MB, Livas CF. Experiencias en la crianza de becerros del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT) de la FMVZ-UNAM. Memorias del curso: Crecimiento y Desarrollo de Becerras; 2001 mayo 7-9; Martínez de la Torre (Veracruz) México. México (DF): Colegio de Médicos Veterinarios Zootecnistas del Distrito Federal, AC, 2001:105-111.
11. Schoonderwoerd M. Milk Replacers. En large Animal Internal Medicine. St Louis Missouri: Edited by Smith Mosby Co., 1990.
12. Bath DL, Dickinson FN, Tucker HA, Appleman RD. Ganado lechero. Principios, prácticas, problemas y beneficios. 2^a ed. México DF: Interamericana, 1982.
13. González BA. Crianza de becerros de cruce terminal bajo cuatro modalidades de amamantamiento restringido en un sistema de doble propósito en el trópico húmedo (tesis de licenciatura).

México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, 2002.

14. Medina M. Medicina productiva en la crianza de becerras lecheras. México DF: Editorial Limusa SA, 1994.
15. Combellas J. Suplementación en sistemas de doble propósito. Memorias del Curso de Actualización de producción de leche y carne en el trópico con base en pastoreo. CEIEGT FMVZ UNAM Tuxpan (Veracruz).2000:16-18.
16. Krohn C. Effects of different suckling systems on milk production, udder health, reproduction, calf growth and some behavioural aspects in high producing dairy cows – a review. *Appl Anim Behav Sci* 2001;72(3):271-280.
17. Das SM, Forsberg M, Wiktorsson H. Influence of restricted suckling and level of feed supplementation on post-partum reproductive performance of zebu and crossbred cattle in the semi-arid tropics. *Acta Vet Scand* 1999;40(1):57-67.
18. Espinosa PMA. Comparación de dos sistemas de crianza de becerros bajo condiciones de trópico húmedo (tesis de licenciatura).México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, 2004.
19. Magaña MJ, Valencia HE, Delgado LR. Efecto del amamantamiento restringido y la crianza artificial sobre el comportamiento de vacas Holstein y sus crías en el trópico subhúmedo de México. *Vet. Méx.* 1996;27(4):271-278.

20. López V. El ternero de lechería: su crianza y alimentación. *Tecno Vet.* 1996 Marzo; 2(1): [1 screen]. Available from: URL:http://bellota.sisib.uchile.cl/Tecnovet/CDA/tecnovet_artículo/
21. Montero LM, Juárez LF, Zárate MJ, García GH. Utilización del suero de leche fermentado con lactobacilos en la alimentación de becerros. Reunión Tecnológica, Forestal y Agropecuaria, Campo Experimental La Posta INIFAP-CIRGOC; 2001 Instituto Tecnológico de Veracruz (Veracruz) México: INIFAP-CIRGOC, 2001.
22. Scott R. Fabricación de queso. Zaragoza España: Editorial Acribia SA, 1991.
23. Varnam A, Sutherland J. Leche y productos lácteos, Tecnología, Química y Microbiología. Zaragoza España: Editorial Acribia SA, 1994.
24. Madrid A. Manual de Tecnología Quesera. Madrid España, AMV Ediciones, 1990.
25. Grasselli M, Agustín A, Navarro C, Héctor M, Fernández L, María V, *et al.* ¿Qué hacer con el suero del queso?. *Ciencia Hoy Nov-Dic* [citado 1997];8(43):[4 screens]. Available from: URL:<http://www.ciencia-hoy.retina.ar/hoy43/queso1.htm>.
26. García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen. Instituto de Geografía. UNAM. México, D. F. 1981.
27. Schneider K, Arroyo M. Tratado práctico de los análisis de la leche y del control de los productos lácteos. España: Dossat 2000, 1994.

28. Orskov ER, Mc Donald I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J of Agric Sci Camb* 1979; 92:499-503.
29. AOAC. Official Methods of Analysis Association Agricultural Chemist Washington. D. C. 1988.
30. Statiscal Analysis System (SAS/STAT). User's Guide: 1987. Basic and statistics. Release 6.04 Edition. SAS Institute. Cary, North. Caroline, USA. 1987.
31. De Santos ML. Análisis de dos sistemas de crianza de becerros en el trópico húmedo (tesis de licenciatura). Cuautitlán (Edo. de México) México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, 1988.
32. Díaz RH. Evaluación de tres sistemas de crianza de becerros $\frac{3}{4}$ y $\frac{5}{8}$ Holstein- Cebú bajo pastoreo en el trópico húmedo (tesis de licenciatura). Veracruz (Veracruz) México: Universidad Veracruzana, FMVZ, 1991.
33. Gómez C. Ganancia de peso y costo de producción de becerros Holstein- Cebú con dos modalidades de amamantamiento restringido en el trópico húmedo (tesis de licenciatura). Tuxpan (Veracruz) México: Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, 1996.
34. Sandoval E, Valle A, Flores R, Medina R. Crecimiento ponderal en becerros de doble propósito sometidos a un sistema integral de crianza. *Zoot Trop* 1993; 11(1):13-26.

35. Sanh MV, Preston TR, Ly LV. Effects of restricted suckling versus artificial rearing on performance and fertility of crossbreed F1 (Holstein Friesian x Local) cows and calves in Vietnam. *Livestock Research for Rural Development* 1997; 9(4):1-8.
36. Quijada T, García M, López G, Marchán V. Evaluación de los sistemas de crianza de becerros doble propósito en condiciones de bosque seco tropical. *Rev Científica* 2002; 12(2):528-530.
37. Ruiz SC, Fabio MH, Piñero G, Guerra A, Ceiba FJ, Aquiles E. Experiencias de Manejo de Bovinos de doble propósito en un modelo físico de agricultura tropical sostenible. *Memorias*; 1999; San Javier (Yaracuy)Venezuela.[1 screen]. Available from: URL: [http:// www.cipav.org.co/redagrotor/memorias9/RuizSC.htm](http://www.cipav.org.co/redagrotor/memorias9/RuizSC.htm).
38. Ryle M, Orskov E. On milk yields and calf rearing. *Livestock Research for Rural Development* 1990; 2(2):[1 screen]. Available from:URL: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd2/3/ orskov2.htm>.
39. Mejia C, Thomas R, Preston, Pernilla F. Effects of restricted suckling versus artificial rearing on milk production, calf performance and reproductive efficiency of dual purpose Mpwapwa cattle in a semi-arid climate. *Livestock Research for Rural Development*1998;10(1): [1 screen]. Available from: URL: [http// www.cipav.org.co/lrrd/ lrrd10/1/ meji101.htm](http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd10/1/ meji101.htm).
40. Margerison JK, Preston TR, Philips J. Restricted suckling of tropical dairy cows by their own calf or other cows calves. *J of Anim Sci* 2002;80(6):1663-1670.

41. López LA. Producción láctea en el trópico. Rumiantes y más 2003,1(3):18-21.
42. Vizacarra C. El campo productivo, imprescindible para el progreso de México. Mundo Bovino 2001;1(4):8-10.
43. Ugarte BJ. Experiencias de crianza de becerros en Cuba. Memorias del seminario: Crianza de becerros en sistemas de doble propósito; 1995 octubre 16-18; Martínez de la Torre (Veracruz) México. Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Ganadería Tropical, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1995.
44. Msanga N, Bryant J. Effect of restricted suckling of calves on the productivity of crossbred dairy cattle. Trop Anim Health Prod 2003;35(1):69-78.
45. Bar U, Maltz E, Bruckental I, Folman Y, Kali Y, Gacitua H, *et al.* Relationship between frequent milking or suckling in early lactation and milk production of high producing dairy cows. J Dairy Sci 1995;78:2726-2736.
46. Pasillé A. Suckling motivation and related problems in calves. Applied Anim Behav Sci 2001;72:175-187.

FIGURAS

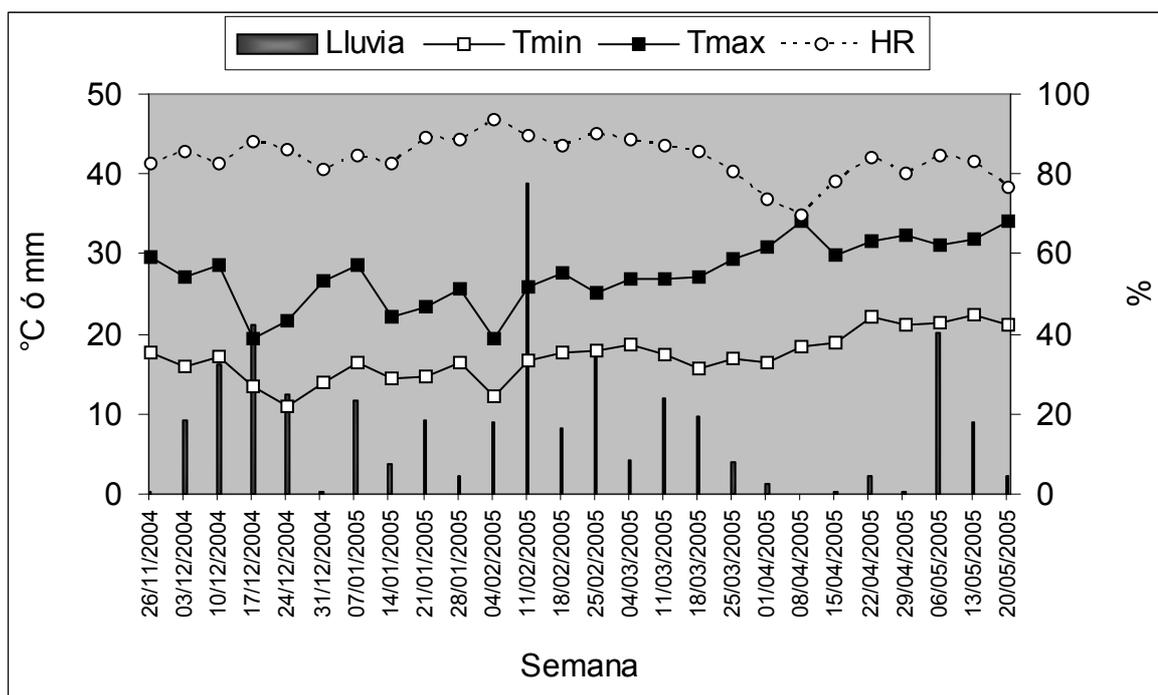


Figura 1. Comportamiento climático, durante el estudio.

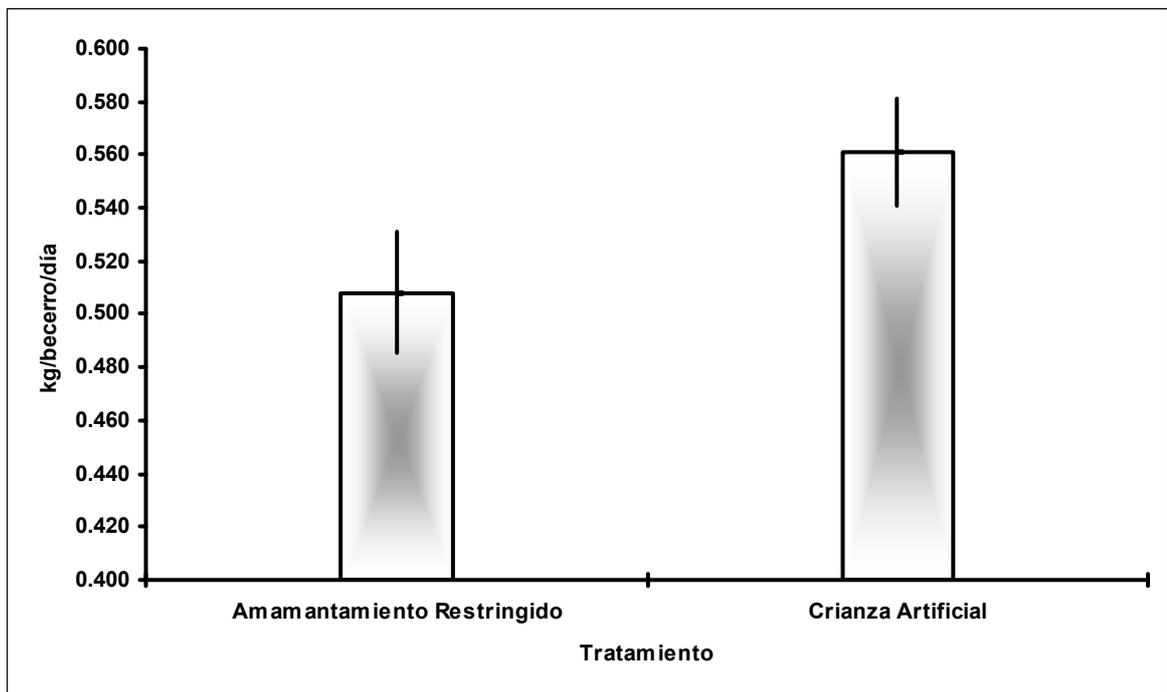


Figura 2. Ganancia diaria de peso promedio del nacimiento al destete de becerros de craza terminal criados bajo dos modalidades.

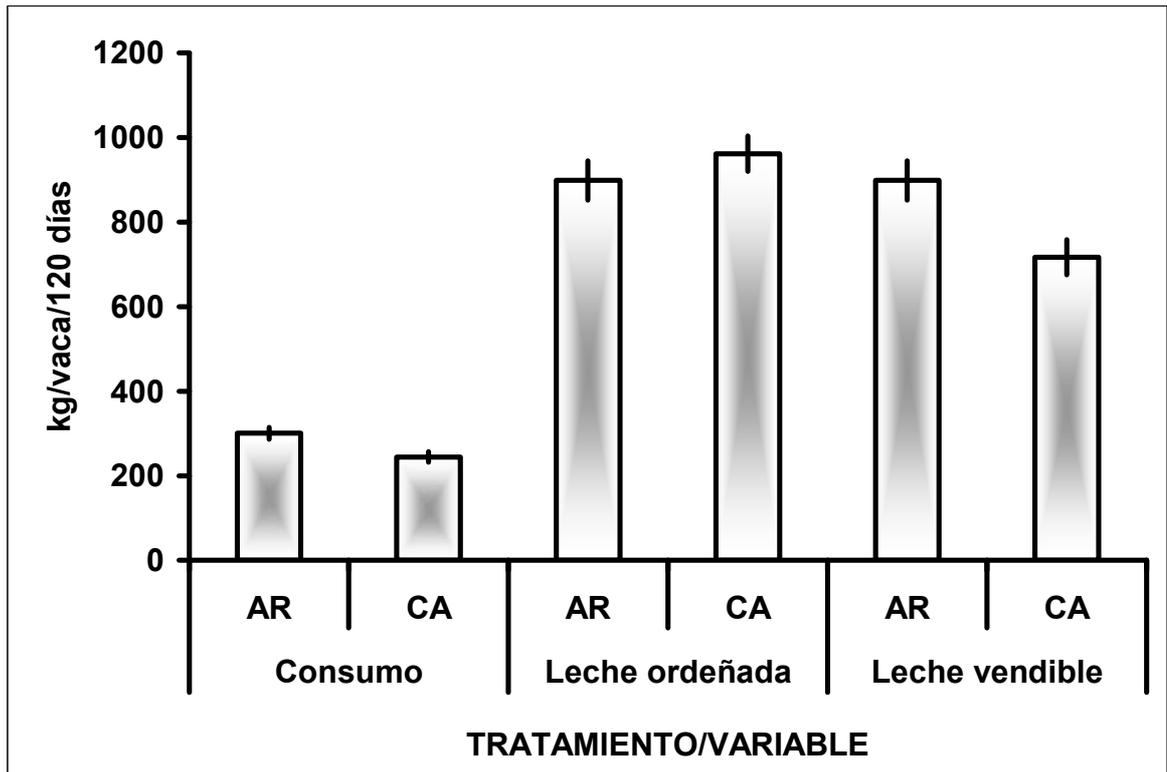


Figura 3. Consumo de leche (CL), leche ordeñada acumulada (PLOA) y leche vendible (PLV) de acuerdo al tratamiento de crianza (AR, amamantamiento restringido; CA, crianza artificial). En CL y PLV, las diferencias entre tratamientos fueron altamente significativas ($P < 0.01$), contrario a PLOA en donde no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$). Las líneas verticales representan al error estándar de la media.

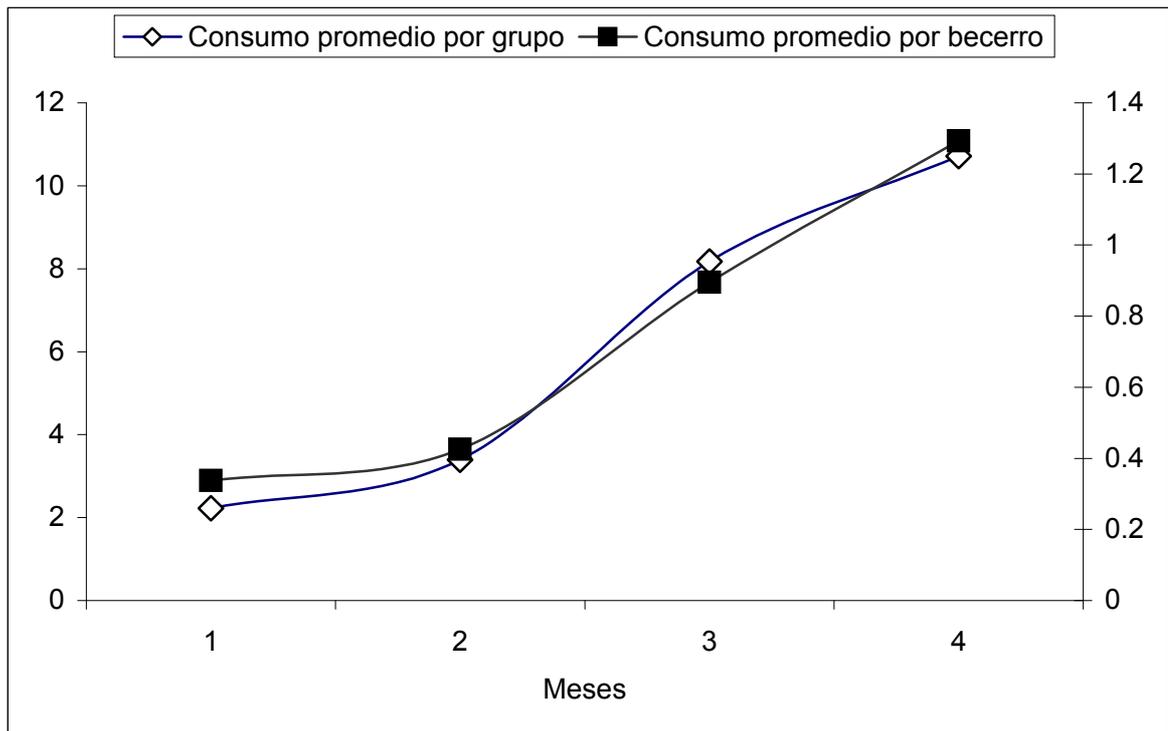


Figura 4. Consumo promedio en kilogramos de concentrado por cada grupo de edad y por becerro, durante la fase de crianza.

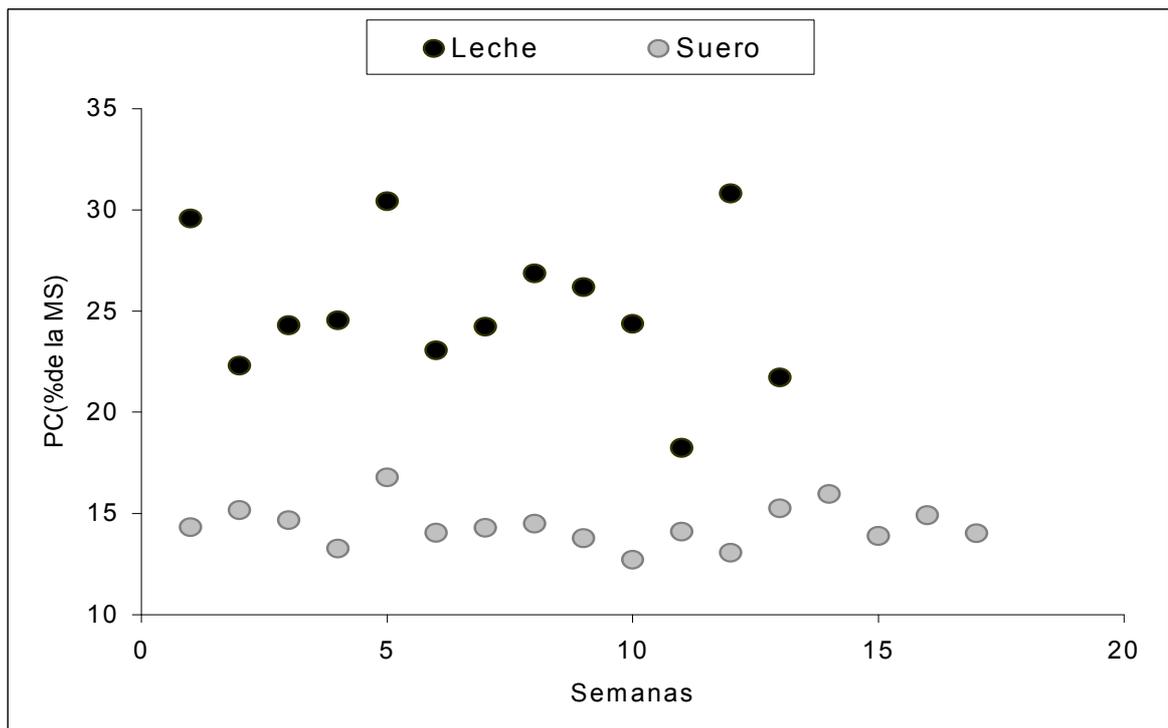


Figura 5. Contenido de proteína cruda en base seca , en la leche y suero muestreada, durante el experimento.

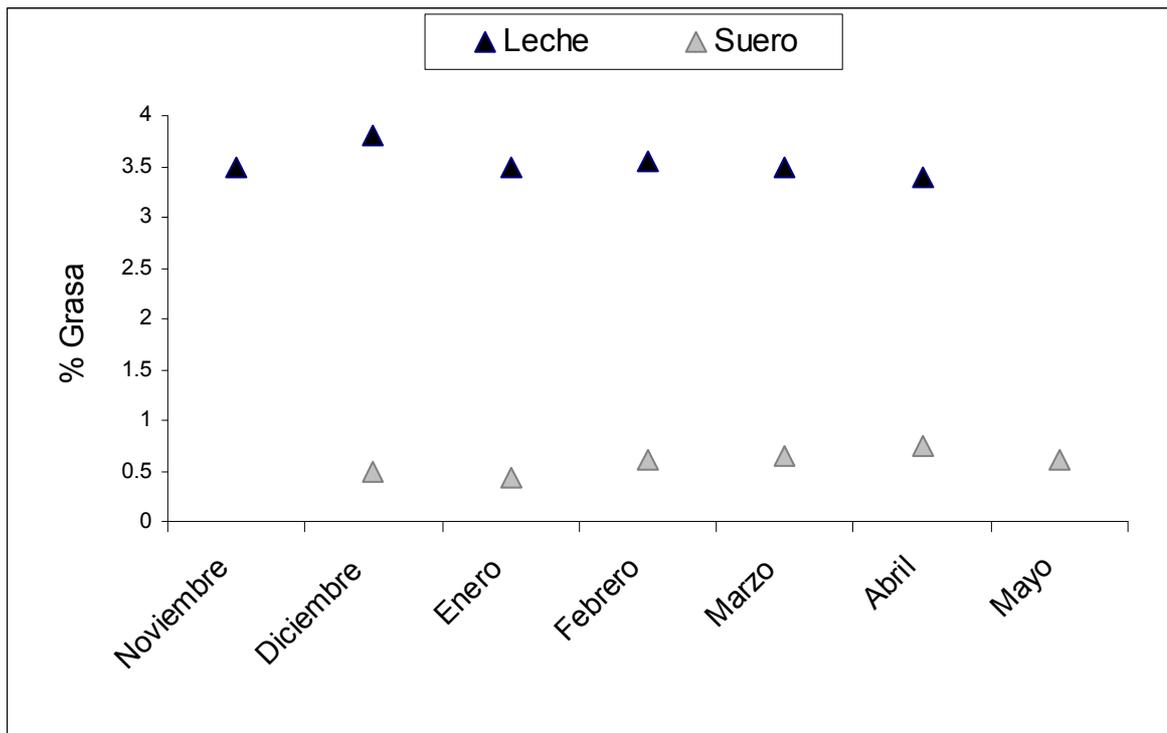


Figura 6. Porcentaje de grasa en leche y suero, medida por el Método de Gerber durante el experimento.

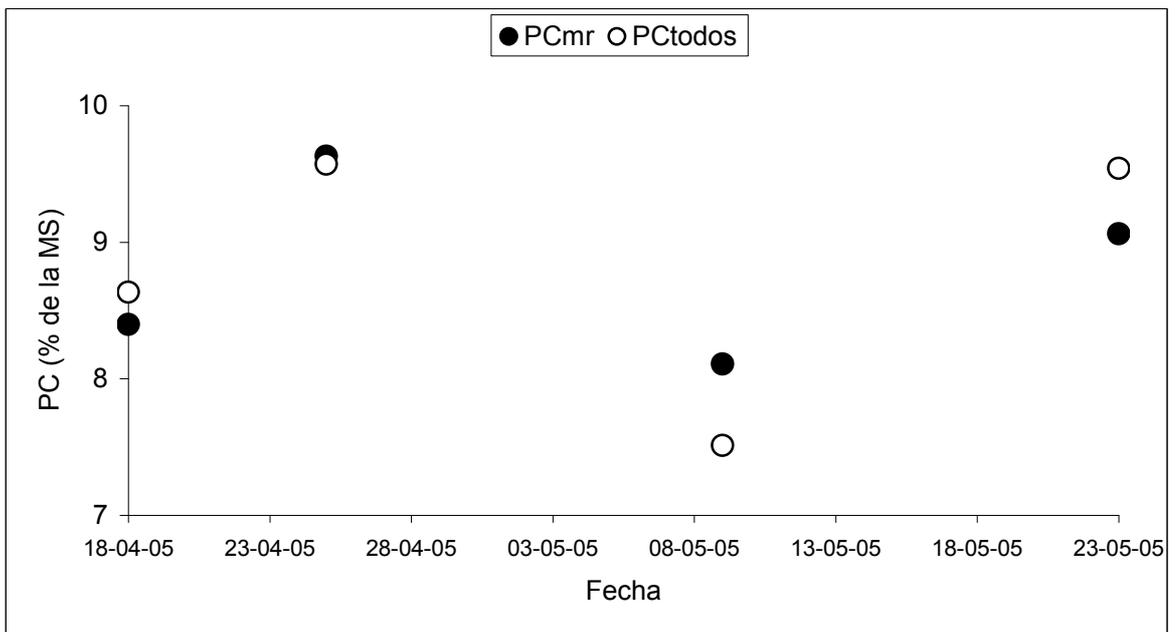


Figura 7. Contenido de proteína cruda, en el pasto (*Cynodon nlenfuensis*) muestreado. Utilizando muestras representativas (PCmr) y muestras totales (PCtotal).

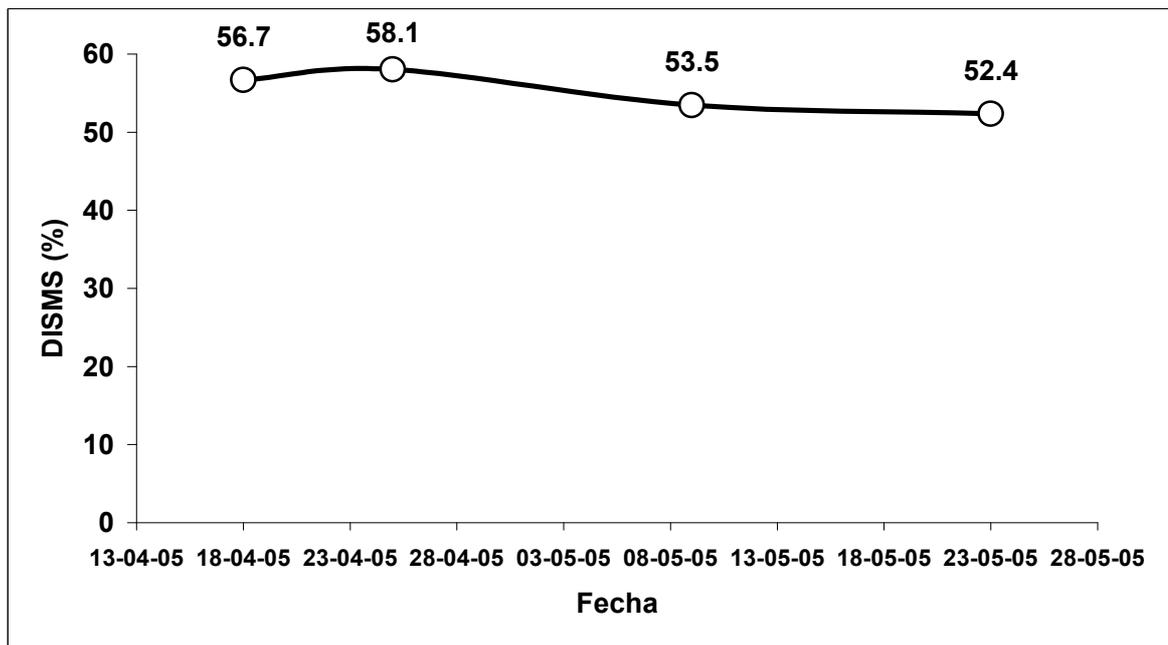


Figura 8. Digestibilidad presentada del pasto (*Cynodon nlemfuensis*) muestreado.

CUADROS

Cuadro 1. Análisis de varianza del peso del becerro¹.

Fuente de variación ²	Grados de libertad	Sumas de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	P>F
Tratamiento (T)	1	331.1052	331.1052	0.64	0.4345
Sexo (S)	1	655.7669	655.7669	1.27	0.2754
Raza (R)	1	54.1411	54.1411	0.10	0.7503
$\xi_{(a)}$	18	9328.4636	518.2480		
Edad lineal (E _l)	1	148941.6862	148941.6862	12411.49	0.0001
T x E _l	1	198.8155	198.8155	16.57	0.0001
S x E _l	1	285.3238	285.3238	23.78	0.0001
R x E _l	1	349.7985	349.7985	29.15	0.0001
$\xi_{(b)}$	388	4656.1177	12.0003		

¹ Para este modelo, la media general fue de 67.7 ± 3.5 kg ganados (coeficiente de variación de 5.1%) y un coeficiente de determinación de 0.9740.

² E lineal (E_l) es el efecto lineal de la edad sobre el peso acumulado del becerro; $\xi_{(a)}$, es el error en 'a' usado para probar los efectos del tratamiento, sexo y raza sobre el peso del becerro; $\xi_{(b)}$, es la variación residual o error en 'b' usada para probar el efecto de E_l y las interacciones de éste con T, S y R.

Cuadro 2. Resultados obtenidos, del experimento.

Medición	AR	CA
GDP	0.508 kg/becerro	0.561 kg/becerro
CL	301 kg/120 días	245 kg/120 días
PDL	9.9 kg/día	7.9 kg/día
PLOA	899 kg/vaca/120 días	962 kg/vaca/120 días
PLV	899 kg/vaca/120 días	717 kg/vaca/120 días

Cuadro 3. Análisis de varianza del promedio de ganancia de peso del becerro¹.

Fuente de variación ²	Grados de libertad	Sumas de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	P>F
Tratamiento (T)	1	0.01309994	0.01309994	2.92	0.1059
Sexo (S)	1	0.00176519	0.00176519	0.39	0.5391
Raza (R)	1	0.01691210	0.01691210	3.76	0.0691
Peso al nacer (covariable)	1	0.00410454	0.00410454	0.91	0.3526
ξ	17	0.07637499	0.00449265		

¹ Para este modelo, la media general fue de 0.531 ± 0.067 kg/becerro/día (coeficiente de variación de 12.6%) y un coeficiente de determinación de 0.4040.

² ξ , es la variación residual o error experimental para probar los efectos de T, S y R.

Cuadro 4. Parámetros de la ecuación de regresión lineal simple entre el peso (Y) y la edad (X) del becerro, para cada nivel dentro de cada variable experimental.

VARIABLE	Nivel	Parámetros de la regresión lineal simple ¹			
		'a'	'b'	R ²	RCCME
TRATAMIENTO					
	Crianza Artificial	34.8 ± 0.8	0.538 ± 0.012	0.9115	± 6.4
	Amamantamiento Restringido	36.9 ± 0.8	0.510 ± 0.011	0.9166	± 5.8
SEXO					
	Machos	38.6 ± 0.8	0.493 ± 0.011	0.9271	± 5.3
	Hembras	33.9 ± 0.8	0.546 ± 0.011	0.9109	± 6.5
RAZA					
	Simmental	37.3 ± 0.8	0.495 ± 0.011	0.9005	± 6.2
	F1 x F1	33.8 ± 0.8	0.566 ± 0.011	0.9363	± 5.7

¹ 'a', ordenada al origen, estimador del peso al nacimiento; 'b', es la pendiente, que estimó a la ganancia diaria; R², el coeficiente de determinación; y RCCME, la raíz cuadrada del cuadrado medio del error.

Cuadro 5. Análisis de varianza del consumo y producción de leche.

Fuente de variación ³	Grados de libertad	Cuadrados medios tipo 3 ^{1, 2}			
		CLA	PDL	PLOA	PLV
Tratamiento (T)	1	15356.3 **	19.6975 **	19479.7 NS	161261.4 **
Sexo (S)	1	2274.8 NS	0.0041 NS	308.0 NS	308.0 NS
Raza (R)	1	5225.4 NS	1.6768 NS	41195.1 NS	41195.1 NS
ξ	18	1721.0	1.4414	19047.1	19047.1
R^2		0.4864	0.4956	0.1483	0.4207
Media General		277.7	9.0	939.8	817.3
DE		± 41.5	± 1.2	138.0	138.0
CV		14.9%	13.3%	14.7%	16.9%

¹ CLA es el consumo acumulado de leche por el becerro durante sus 4 meses de lactancia; PDL es la producción de leche total el día del pesaje semanal de los becerros; PLOA es la producción de leche ordeñada por vaca, acumulada en los 4 meses de lactancia; PLV es la producción de leche vendible, acumulada en los 4 meses de lactancia.

² * significativo a $P < 0.05$, ** significativo a $P < 0.001$ y NS no significativo ($P > 0.05$).

³ ξ , es la variación residual o error experimental para probar los efectos de T, S y R.