



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**CRIANZA DE BECERROS DE CRUCE TERMINAL BAJO CUATRO
MODALIDADES DE AMAMANTAMIENTO RESTRINGIDO EN UN
SISTEMA DE DOBLE PROPÓSITO EN EL TRÓPICO HÚMEDO**

Tesis presentada ante la
División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
de la
Universidad Nacional Autónoma de México
para la obtención del título de
Medico Veterinario Zootecnista
Por

Alberto González Bautista

Asesores: MVZ MC Bernardo de Jesús Marín Mejía
IAZ MSc Epigmenio Castillo Gallegos





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

PAGINACIÓN

DISCONTINUA

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Alberto González Reyes y Ofelia Bautista Vite, por el largo camino que han recorrido conmigo, porque gracias a su dedicación y esfuerzo he logrado alcanzar esta meta, que también en parte es un logro suyo.

Dedico esta tesis a Rocío Pérez Álvarez por toda la comprensión, paciencia y amor que me tiene y que yo también le tengo, su colaboración fue importantísima para la culminación de esta tesis.

También lo dedico para todo aquellos que dudaron de mí, de que pudiera ver terminados los estudios universitarios y la realización de este trabajo, va por ellos.

AGRADECIMIENTOS

A mis hermanos.

A la familia González Ayala, por ser mi segunda familia.

A la familia Bautista Rojas, por todo el cariño que me han demostrado y muy en especial a mi tía Paula.

A los distinguidos miembros del jurado: MPA. Héctor Basurto Camberos, MC. Eduardo Posadas Manzano, MVZ. Leticia Galindo Rodríguez y MC. Pedro Cano Celada, por todas las sugerencias y comentarios para el mejoramiento del presente trabajo, pero sobre todo por su comprensión.

A mi asesor IAZ. MSc. Epigmenio Castillo Gallegos por la importantísima colaboración en la revisión y en el análisis estadístico, su contribución fue básica en este trabajo.

Al profesor. J. Jorge Cruz R, por todas las facilidades prestadas para la realización de parte de mis estudios.

A mi amigo de siempre Rubén de la Cruz Juárez por su amistad sincera e incondicional.

A Vicky por todos aquellos momentos inolvidables que pasamos juntos, por toda la ayuda prestada aún en los momentos más difíciles de mi estancia, pero sobre todo por quererme, yo también te quiero.

Al MC. Hugo Pérez Ramírez por todos los comentarios y la ayuda prestada, además de su sencillez en el trato conmigo.

Al MC. Fernando Livas Calderón por la ayuda desinteresada y los buenos momentos pasados durante mi estancia en el centro.

Al IAZ. Eñazar Ocaña Zavaleta por su disposición, su sencillez y la ayuda que me proporcionó.

Al área de acuicultura: MC. Mario Garduño Lugo y MC. Germán Muñoz Córdoba.

Al personal de campo del rancho "El Clarín", sobre todo a Juan Jiménez, Jaime y Tomás Espinoza, Julio López, Julio Carmona, Jorge Becerra y Sergio Zavaleta.

A Carlos Morales y su familia que durante la estancia en el rancho Atehuetzin me trataron y me quisieron como parte de la familia, nunca los olvidare.

A Arcadio Bárcenas y familia quienes aprendieron con el tiempo a quererme y a quienes aprendí a querer.

A mis amigos del grupo 1108: Gaby López, Margarita López, Nadia Garibaldi, Rebeca Vázquez, Diana García, Rosalba Salas, Ivonne Jiménez, Raúl Salazar, Antonio Oliva, Eduardo Serrano, Hugo Domínguez, Juan Carlos Martínez, Israel Bello, Alfredo Sánchez, Abel Kulin, Horacio Zamora y Alejandro García, gracias por ser mis amigos. También a mis amigos de la FMVZ: Myriam Valle, Erika Estrada, Guille Romuroso, Martha Rosado, Mónica Arrieta, Edgar Godínez, Antonio Linares y Bernardo Jiménez con quienes compartí grandes momentos.

A todos mis amigos y compañeros de estancia en "El Clarín": Fernanda Manzo, Xochitl Cano, Rocío Juárez, Karla Rodríguez, Jahel Trujillo, Ana Rentería, Iván García, Carlos Santander, Jerónimo Nicolás, Oscar Bohórquez, Ángel Rodríguez, Antonio Luengas; Nadia Ramírez, Jaime Jaimez, Jaime Camas, Ursus Díaz, Reynel Galán, Eduardo Jiménez, Froylán Peláez, Adrián Vargas, Alfredo Blanco, Diana García y Rodrigo Rascón, por todos los momentos que compartimos. Agradecimiento especial para: Orlando Lara, Gaby Velasco, Emiliano Hidalgo, Felipe Ruiz, Porfirio García, Raymundo Montiel, Oscar Grageola y Juan Carlos Gómez, por hacer mi estancia inolvidable, espero sigamos siendo amigos.

Para las personas que conocí en el CEIAPP, estas son: Esperanza Sosa, Gisela García, Homero Alcántara, Rubén Ayala, Luis Sánchez, Roberto y a los trabajadores Isidro, Urbano y "el Mónico", de todos guardo buenos recuerdos.

Al director del CEIEGT Jorge A. Álvarez León por enseñarme con su ejemplo como el poder puede llenar de soberbia a la gente y la empequeñecerla, gracias por haberme tratado tan mal que me mostró como no debo de tratar nunca a ninguno de mis semejantes.

CONTENIDO

Página

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
HIPÓTESIS	8
OBJETIVO	8
MATERIAL Y MÉTODOS	9
Localización geográfica	9
Animales experimentales y tratamientos	9
Manejo alimenticio de los becerros	10
Consumo de leche	10
Suplementación alimenticia al becerro y administración del pastoreo	10
Programa de medicina preventiva	11
Manejo de la vaca	11
Mediciones	12
Peso de los becerros.....	12
Consumo de leche.....	12
Consumo de concentrado	13
Producción de leche	13
Análisis estadístico	13
RESULTADOS	15

	Página
DISCUSIÓN	19
Ganancia diaria de peso	19
Consumo de concentrado	22
Consumo de leche por sistema de amamantamiento	22
Producción de leche vendible a 120 días	24
Producción total de leche vendible	25
Producción total de leche	26
CONCLUSIONES	27
LITERATURA CITADA	28
CUADROS.....	36
FIGURAS	38
APÉNDICE	46

RESUMEN

GONZÁLEZ BAUTISTA ALBERTO. Crianza de becerros de cruce terminal bajo cuatro modalidades de amamantamiento restringido en un sistema de doble propósito en el trópico húmedo (bajo la dirección de: Bernardo de Jesús Marín Mejía y Epigmenio Castillo Gallegos).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de cuatro modalidades de amamantamiento restringido (AR) sobre la ganancia diaria de peso (GDP), consumo de leche del becerro (CLB), producción de leche vendible a 120 días (PLV120), producción total de leche vendible (PLVT) y producción total de leche (PLT). Se utilizaron 51 becerros de la cruce: madre F1 (Holstein x Cebú) y padre, uno de tres genotipos: Australian Friesian Sahiwal, Simmental y Limousine, los cuales fueron asignados a los tratamientos: T1, amamantamiento por la mañana de un cuarto de la ubre sin ordeñar más la leche residual de los otros tres cuartos y amamantamiento por la tarde con la leche acumulada; T2, leche residual por la mañana más la leche acumulada por la tarde; T3, solo leche acumulada por la tarde; y T4, amamantamiento por la mañana con un cuarto de la ubre sin ordeñar más la leche residual de los otros tres cuartos. Los becerros fueron agrupados en lotes de acuerdo a la edad (1 a 4 meses), para ofrecerles un alimento concentrado con 14.6% de PC y 2.5 Mcal de EM/kg de MS, bajo un sistema de pastoreo continuo en pasto Estrella Sto. Domingo (*Cynodon nlemfuensis*). Para estimar las GDP y CLB, los animales se pesaron semanalmente antes y después de cada amamantamiento; además se registró el peso al nacimiento (PN), y el peso al destete (120 días de edad). La producción de leche vendible se registró diariamente. El diseño experimental fue completamente al azar y se utilizó un modelo lineal aditivo, utilizando como covariable para la GDP, el PN; para todas

las variables se utilizó como covariable el número de lactancia; la comparación de medias se hizo con la prueba de Tukey. Los análisis estadísticos se efectuaron con el procedimiento GLM de SAS para microcomputadora. La GDP y el CLB para T1, T2, T3 y T4 fueron de 0.454 y 4.2; 0.512 y 4.6; 0.509 y 3.8; 0.441 y 4.0 Kg. respectivamente, sin diferencias significativas ($P>0.05$) entre tratamientos. En la PLV120 se observó un efecto altamente significativo a favor de T4 ($P<0.01$) la cual fue de 824 Kg. y superior a T1, T2 y T3 que presentaron 555, 606 y 541 Kg. respectivamente. El efecto del tratamiento no fue significativo ($P>0.05$) para PLVT siendo de 1147, 1456, 1305 y 1242 Kg. para T1, T2, T3 y T4 respectivamente. La PLT fue mayor, en las vacas de T2 con 1906 Kg, seguida por las de T4 con 1813, T3 con 1782 y por último T1 con 1700 kg, sin que haya existido diferencia significativa entre ellas ($P>0.05$). Se concluye que la restricción en el tiempo y la cantidad de leche consumida no afectaron el comportamiento productivo de los becerros y que bajo las condiciones en que se realizó el estudio y considerando los valores de la GDP, PLVT Y PLT el tratamiento 2 fue el mejor.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción de la zona templada, comúnmente intensivos, no han sido capaces de satisfacer la demanda de carne y leche, por diferentes razones como son los costos elevados y cada vez mayores de insumos, equipo, reemplazos, escasez de agua para producir forrajes, bajos precios de los productos y otros¹. Una alternativa para incrementar la producción nacional de leche y carne de bovino es el aprovechamiento de las regiones tropicales y subtropicales del país por medio de la ganadería de doble propósito^{1, 2, 3}. Estas regiones presentan un alto potencial para producción de biomasa forrajera, susceptible de utilizarse para incrementar la producción pecuaria. Sin embargo, por diversos factores, tanto climáticos como de manejo zootécnico, su productividad es limitada^{2, 3, 4, 5}. El sistema de producción de doble propósito (SPDP) presenta la característica de que el ganado produce leche y carne, lo que permite dar prioridad a aquel producto con mayor precio en el mercado. El SPDP usa ganado con diferentes grados de cruzamiento entre razas cebuínas (*Bos indicus*) y europeas (*Bos taurus*) como la Holstein, Simmental y principalmente Pardo Suizo^{3, 5, 6, 7, 8, 9, 10}. Por otro lado, utilizando el ganado cebuino se han realizado cruzamientos terminales, que implican el empleo de una raza paterna que mejora las características de los animales de abasto. El término "cruzamiento terminal" proviene de la finalidad que tienen las cruza, cuyo destino específico, independientemente del sexo del animal, es la venta para el sacrificio, que proseguirá con el proceso de preparación y conservación de las canales y subproductos^{11,12}.

El logro de una producción eficaz requiere, entre otras cosas, de eficiencia reproductiva elevada, alta sobrevivencia de becerras destinadas al reemplazo y de becerros para la producción de carne. En este sentido, la crianza de becerros adquiere gran importancia, ya que el éxito en la rentabilidad financiera del SPDP depende en gran medida del obtenido en esta etapa^{2, 4, 13}.

En los SPDP los métodos de crianza más usados son el amamantamiento tradicional (AT) y el amamantamiento restringido (AR). En el primero, el ordeño es manual, utilizando al becerro como estímulo para la bajada de la leche; la cría permanece amamantándose con su madre durante siete u ocho horas al día y el destete se realiza después de los siete meses de edad, con ganancias de peso de 360 g/día y pesos al destete de 120 a 130 kg. Se produce además una cantidad extra de leche para la venta, la cual constituye la fuente principal de ingresos hasta que los becerros destetados son vendidos para el engorde^{9, 14}. El AR consiste en que, después del ordeño, el becerro ingiera directamente de la madre, la leche de uno o dos cuartos de la ubre sin ordeñar, además de la leche residual, durante un tiempo de 30 a 60 minutos; generalmente la edad al destete es entre 180 y 210 días, pero en algunos casos esta se puede reducir si se dispone de alimentos complementarios^{15, 16, 17}. La utilización del AR más la complementación alimenticia con concentrados ha permitido en algunos casos incrementar la ganancia diaria de peso en comparación con el AT^{2, 3, 18}, pero en algunos otros, se han encontrado resultados contradictorios ya que las ganancias de peso de los becerros son mejores con AT^{19, 20}. Dado que el amamantamiento es uno de los factores que retardan el inicio de la actividad ovárica posparto, se han sugerido diferentes tipos de separación temporal o permanente del becerro de la madre.

Los métodos más comunes son: 1) separación permanente dentro de la primera semana posparto; 2) separación permanente al primero, tercero o quinto mes posparto; 3) destete temporal por 48-72 horas después del primer mes posparto; y 4) reducción de la frecuencia de amamantamiento a una o dos veces por día a partir de la segunda semana de edad^{16, 21, 22}.

La forma más fácil de reducir el anestro posparto, es destetar al becerro a los pocos días de nacido. Sin embargo, los pequeños y medianos productores encuentran esta práctica difícil de realizar, debido a que es necesario un adecuado sistema de crianza artificial, que requiere de personal, construcciones y locales especiales, establos, corraletas, mamilas y medidas de higiene, y aún así, siempre se presentan problemas de enfermedades gastrointestinales y respiratorias, siendo la mortalidad de becerros muy elevada ya que las pérdidas pueden ser del 10% o más durante los primeros tres meses de edad²³, lo cual incrementa los costos de producción de las explotaciones. Además, en la mayoría de los SPDP tropicales, es necesario el estímulo del becerro para obtener una producción continua de leche^{23, 24}. Con respecto a la separación temporal del becerro por 48 horas, esta no ha sido efectiva para inducir la actividad cíclica en vacas en anestro, a menos que sean aplicados progestágenos^{25, 26}. Por otra parte, se ha encontrado que la utilización del AR reduce el anestro posparto, por lo que esta práctica ha sido utilizada en vacas de los SPDP para reducir el intervalo del parto al primer estro²¹.

Existen aspectos que influyen en el volumen total de leche obtenida, como son la frecuencia del amamantamiento y el tiempo transcurrido entre la terminación del ordeño y el amamantamiento. La frecuencia (número) de amamantamientos puede

influir en el destino de la leche, ya que al aumentar, se incrementa el consumo del becerro, reduciéndose la leche para la venta. Además, si se prolonga el tiempo transcurrido entre la terminación del ordeño y el amamantamiento, la leche recién secretada puede ser consumida por el ternero, con la consiguiente reducción de la leche a obtener en el siguiente ordeño, lográndose mayores ganancias de peso propiciadas por el mayor consumo de leche al permanecer más tiempo el becerro con su madre. Lo anterior, obliga a tener en cuenta estos factores, no solo por su repercusión en el desarrollo del becerro, sino también por la cantidad de leche que pudiera comercializarse¹³.

Independientemente del sistema de crianza, se debe proporcionar alimentación complementaria de alta calidad para cubrir las necesidades nutrimentales que aún las pasturas de buena calidad no pueden proporcionar al rumiante joven. Asimismo, deben formarse grupos de animales de edad similar, para garantizar el buen crecimiento y desarrollo del becerro^{2, 10}.

Dado que el becerro empieza a pastar desde los ocho a los diez días de edad y tres días después ya rumia, esto indica que el rumen de un ternero es funcional a partir de las tres semanas de edad²⁷, por lo que la restricción en el consumo de leche a partir de edades tempranas, estimula el incremento en el consumo de forraje y concentrado para cubrir las necesidades nutrimentales del becerro. Si se usa AR, las crías deben recibir forraje y concentrado complementarios, para lograr un desarrollo ruminal más rápido, para que así, en los primeros meses de vida, aprovechen mejor la ración y obtengan ganancias de peso mayores^{3 13, 28}.

Estudios efectuados en países tropicales, han mostrado respuestas benéficas de la crianza con AR, en características como: producción láctea, desempeño reproductivo y salud de la ubre de las vacas; así como crecimiento y salud del becerro^{2, 10, 29, 30}.

A pesar de la flexibilidad del sistema de doble propósito que permite al ganadero dirigir la producción hacia leche o carne con base en el manejo del becerro y debido a las razones expuestas, existe la necesidad de evaluar diferentes esquemas en la frecuencia de amamantamiento, así como de la cantidad de leche asignada, con el fin de establecer aquel que permita lograr un desarrollo adecuado y una alta supervivencia de becerras (reemplazo) y becerros (engorda) y que el efecto de la crianza sea positivo o nulo sobre la productividad de las vacas, particularmente la producción de leche vendible.

HIPÓTESIS

La reducción del amamantamiento a una vez por día durante 30 minutos, no afectará el desarrollo del becerro y aumentará la producción de leche vendible, en comparación con el amamantamiento dos veces por día por 30 minutos.

OBJETIVO

Determinar cual de las cuatro modalidades de amamantamiento restringido resulta en mejor ganancia diaria de peso en los becerros y en una mayor producción de leche vendible y total, para seleccionar aquel que dé los mejores resultados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización geográfica

El experimento se realizó en el Módulo de Doble Propósito del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicado en el Municipio de Tlapacoyan, Veracruz, a 20° 4' de latitud norte, 97° 3' de longitud oeste, y a una altura de 151 msnm. La temperatura y la precipitación pluvial anual promedio fue de 23.4 ± 0.5 °C y 1991 ± 392 mm respectivamente. El clima es Af(m)w"(e), cálido húmedo, sin estación seca definida³¹.

Animales experimentales y tratamientos

Se utilizaron 51 becerros (machos y hembras) de cruce terminal, de genotipo materno F1 (Holstein x Cebú) y paterno, una de las siguientes razas: Australian Friesian Sahiwal (AFS), Limousine (LM) y Simmental (SM), que nacieron en el Módulo de Doble Propósito entre los meses de marzo y julio. Estos animales se asignaron al azar, considerando su sexo, a los siguientes tratamientos:

T1. Amamantamiento por la mañana de un cuarto de la ubre sin ordeñar más la leche residual de los otros tres cuartos y amamantamiento por la tarde con la leche acumulada.

T2. Amamantamiento por la mañana con leche residual más amamantamiento por la tarde con la leche acumulada.

T3. Amamantamiento sólo por la tarde con la leche acumulada.

T4. Amamantamiento sólo por la mañana con un cuarto de la ubre sin ordeñar más la leche residual de los otros tres cuartos.

Manejo Alimenticio de los becerros

Consumo de leche

Los becerros permanecieron con sus madres durante 5 días después del parto, para ingerir calostro. A partir del sexto día y hasta el destete (120 días), el amamantamiento restringido se hizo de la siguiente forma: Inmediatamente después del ordeño de sus madres, se permitió a los becerros de los tratamientos T1, T2 y T4, mamar durante 30 minutos y posteriormente fueron separados. Por la tarde (15:00 horas), los becerros de los tratamientos T1, T2 y T3, se llevaron al corral de ordeño para el amamantamiento vespertino.

Suplementación alimenticia al becerro y administración del pastoreo

Los becerros se asignaron a cuatro grupos de edad: 1, 2, 3 y 4 meses, que recibieron concentrado (14.6 % de PC) a razón de 0.25, 0.50, 0.75 y 1.0 kg/animal/día, respectivamente, el cual se ofreció en la mañana, después del

amamantamiento. Cada grupo contó con un potrero de 1250 m² de pasto estrella Santo Domingo (*Cynodon nlemfuensis*) bajo un sistema de pastoreo continuo.

Programa de medicina preventiva

Los cuidados perinatológicos consistieron en la desinfección del ombligo con azul de metileno y la aplicación intramuscular de 5 ml de vitaminas A, D y E, además de 2 ml de hierro. Los becerros fueron desparasitados mensualmente contra nemátodos gastroentéricos y pulmonares. Externamente la desparasitación se llevó a cabo cuando se observó un aumento de la población de mosca del cuerno (*Haematobia irritans*), garrapata (*Boophilus microplus* y *Amblyomma* sp) o ambos. Las inmunizaciones se realizaron con bacterina doble (carbón sintomático y edema maligno) a los 60 días de edad, repitiéndose la aplicación en octubre. Se vacunó contra rabia paralítica bovina a los 3 meses de edad.

Manejo de la vaca

Quince a veinte días antes del parto, se aplicó una bacterina mixta bovina. Durante los primeros cinco días después del parto o hasta la aparición de la leche, las vacas se ordeñaron a mano para extraer el exceso de calostro. Luego de este lapso, el ordeño se realizó en forma mecánica, una vez al día y sin apoyo del becerro, de la siguiente manera: se dejó un cuarto de la ubre sin ordeñar a las vacas del tratamiento T1 y T4, mientras que se realizó un ordeño a fondo a las

vacas de los tratamientos T2 y T3. Durante el ordeño se ofreció a la vaca melaza *ad libitum*.

Por la mañana, después de la alimentación del becerro, todas las vacas fueron llevadas a sus potreros, donde permanecieron hasta las 15:00 horas para regresar nuevamente al área del ordeño a amamantar a sus becerros, excepto las del tratamiento T4; luego de esto, las vacas volvieron nuevamente al potrero.

El pastoreo de las vacas de los tratamientos T1, T2 y T3 fue rotacional diario, sobre praderas de gramas nativas (*Paspalum spp.* y *Axonopus spp.*) asociadas con zacate estrella de Santo Domingo (*Cynodon nlemfuensis*). Las vacas del tratamiento T4 tuvieron un pastoreo rotacional diario sobre praderas de gramas nativas, algunas de estas asociadas con la leguminosa *Arachis pintoi*.

Mediciones

Peso de becerros

Los becerros se pesaron al nacimiento, semanalmente durante toda la fase de crianza y al destete.

Consumo de leche

Para estimar la cantidad de leche consumida, los becerros fueron pesados cada semana, antes y después del amamantamiento.

Consumo de concentrado

La cantidad de concentrado consumido se estimó diariamente a partir de la diferencia entre el ofrecido y el rechazado en el comedero.

Producción de leche

Se registró diariamente la producción de leche vendible. La producción total de leche fue la suma de la producción de leche vendible más el consumo estimado de leche del becerro.

Análisis estadístico

La varianza de las variables: a) ganancia diaria de peso del becerro del nacimiento al destete (GDP, g/becerro/día); b) consumo de leche por el becerro (CLB, kg/becerro/día); c) producción de leche vendible a 120 días (PLV120, kg/vaca); d) producción total de leche vendible (PLVT, kg/vaca) y e) producción total de leche (PLT, kg/vaca); se analizó con el siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijklm} = \mu + T_j + S_k + G_l + \epsilon_{ijklm}$$

Y_{ijklm} = Es la variable de respuesta medida en la i -ésima vaca o el i -ésimo becerro

μ = Es la media general

T_j = Es el efecto del tratamiento o tipo de crianza ($j = T1, T2, T3, T4$)

S_k = Es el efecto del k-ésimo sexo del becerro ($k =$ macho, hembra)

G_l = Es el efecto del l-ésimo genotipo ($l =$ AFS, LM SM)

ϵ_{ijklm} = Es el error experimental (residual), supuesto independiente, normalmente distribuido, con media cero y varianza 1.

Para analizar la GDP, se utilizó como covariable el peso al nacimiento del becerro (PN, kg). Además, para el análisis de todas las variables se utilizó como covariable el número de lactancia de la vaca.

El análisis de varianza preliminar, mostró que la covariable número de lactancia de la vaca no afectó las variables de respuesta analizadas por lo cual no se incluyó la interacción en el modelo final presentado arriba.

Cuando un efecto del modelo fue significativo ($P < 0.05$) o altamente significativo ($P < 0.01$), se efectuó subsecuentemente la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey. Los análisis estadísticos se efectuaron con el procedimiento GLM (modelos lineales generalizados) de SAS para microcomputadora³².

RESULTADOS

Peso al Nacimiento

El Cuadro 1. Muestra que en el ANDEVA solamente los becerros del T4 difirieron estadísticamente ($P < 0.01$) de los demás tratamientos, mismos que presentaron pesos al nacimiento similares entre sí ($P > 0.05$). Por otro lado, al considerar el sexo de los becerros se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los pesos al nacimiento de machos y hembras a favor de los primeros. Al considerar el genotipo, no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre estos para el PN.

Ganancia Diaria de Peso

Ninguno de los tres efectos incluidos en el ANDEVA fue significativo ($P > 0.05$) sobre la GDP (Apéndice, Cuadro 1). La media de GDP fue 477 ± 135 g/becerro/día. De ahí que no se encontraran diferencias entre los tratamientos ($P > 0.05$) (Figura 1). Asimismo, el sexo del becerro tampoco tuvo influencia ($P > 0.05$), sobre esta variable (Figura 2). La Figura 3 muestra que el efecto del genotipo del becerro tampoco fue significativo sobre la GDP ($P > 0.05$), aunque los hijos de padre Simmental presentaron GDP más altas, con respecto a los hijos de toros AFS y Limousine.

Consumo de Leche

El consumo de leche del becerro (CLB) no fue afectado ($P>0.05$) por ninguno de los efectos incluido en el modelo para el ANDEVA (Apéndice, Cuadro 2). La Figura 4 muestra las medias para cada tratamiento. Los mayores valores los obtuvieron los becerros del tratamiento 2 y los menores los del tratamiento 3, aunque no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P>0.05$). El CLB fue similar ($P>0.05$), para hembras y machos (Figura 5) y entre genotipos ($P>0.05$) (Figura 6).

Las tendencias en el CLB al incrementarse la edad de éste fueron distintas entre tratamientos. El T2 y el T3 tuvieron una tendencia ascendente, en tanto que el T4 disminuyó el CLB al aumentar la edad del becerro. En el T1 la tendencia fue errática, pues siempre mostró altibajos (Figura 7).

Consumo de Concentrado

El consumo de concentrado aumentó a medida que aumentó la edad del becerro y en promedio, el incremento fue de 0.256 kg/becerro/mes. (Figura 8).

Producción de Leche Vendible a 120 DÍAS

El análisis de varianza detectó efectos altamente significativos ($P<0.0001$) y significativos ($P<0.0252$) del tratamiento y del genotipo, respectivamente (Apéndice, Cuadro 3). Así, el tratamiento 4 fue diferente a los demás a un nivel

altamente significativo ($P < 0.0001$), sin que existiesen diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos 1, 2 y 3. Al considerar el sexo del becerro se observó que no existieron diferencias entre las vacas que amamantaron un macho y aquellas que amamantaron una hembra (Cuadro 2). Al considerar el efecto del genotipo sobre la PLV 120 se encontraron valores parecidos para las vacas con hijos de toros de las razas AFS y Simmental, los cuales fueron estadísticamente mayores ($P < 0.05$) a los presentados por el Limousine (Cuadro 2).

Producción Total de Leche Vendible por lactancia

La producción total de leche vendible PLVT tampoco fue estadísticamente ($P > 0.05$) influenciada por los efectos del modelo (Apéndice, Cuadro 4). La media general fue de 1798 ± 349 kg/lactancia. Las medias de tratamientos, sexos y genotipos se muestran en el Cuadro 2. El efecto del tratamiento no fue significativo ($P > 0.05$), aunque el rendimiento fue menor en T1, en comparación con los obtenidos para los tratamientos 2, 3 y 4. Por otro lado, para esta variable no existieron diferencias ($P > 0.05$) entre las vacas que criaron hembras, y las que criaron machos (Cuadro 2). La mayor PLVT se obtuvo de vacas con becerro de raza Simmental, seguida por las de AFS y finalmente las de Limousine, con la menor producción. Sin embargo, no se encontró diferencia estadística entre genotipos ($P > 0.05$).

Producción Total de Leche por Lactancia

La producción total de leche (PLT) sólo fue afectada por la covariable días en lactancia a nivel altamente significativo ($P < 0.0001$) (Apéndice, Cuadro 5). La PLT fue mayor en las vacas del tratamiento 2, seguida por las del T4, T3 y T1, sin que haya existido diferencia ($P > 0.05$) entre ellas (Cuadro 2). Las vacas que amamantaron machos tuvieron una PLT similar a la de las que amamantaron una hembra (Cuadro 2).

Tampoco el genotipo tuvo un efecto significativo ($P > 0.05$) sobre la PLT (Cuadro 2).

DISCUSIÓN

Ganancia diaria de peso

El crecimiento ha sido definido fundamentalmente como la multiplicación de células (hiperplasia) y en el aumento en el volumen de células individuales (hipertrofia), la replicación del ADN y de la síntesis de proteína y otras sustancias macromoleculares, regulado por el genotipo del animal y sujeto a variaciones causadas por efectos ambientales. Hiperplasia e hipertrofia ocurren cada una, con diferente intensidad a través de la vida del animal y no siempre simultáneamente. El crecimiento de los animales está representado por el incremento de peso del animal en diferentes fases de su vida^{33, 34}. Por otro lado el crecimiento pre-destete es una de las características principales de selección en bovinos, ya que constituye una importante medida para evaluar la habilidad materna de la vaca, además, es de gran importancia económica, ya que en el trópico, el becerro alcanza el destete alrededor de los siete meses de edad, con aproximadamente el 40% de su peso final, mientras que posteriormente necesita un total de 2 a 4 años para alcanzar el peso adecuado para el sacrificio^{33, 34}. Numerosos son los factores que afectan el peso al destete entre los que se pueden nombrar factores de tipo ambientales y de tipo genéticos³³. Entre los ambientales los más comunes son: año de nacimiento, época o mes de nacimiento, edad de la madre; los factores genéticos comúnmente estudiados son: raza del padre, raza de la madre y raza del becerro.

El propósito del sistema de crianza es obtener becerros que muestren GDP que le garanticen un buen desarrollo durante esta etapa. Estas GDP son afectadas por el nivel de restricción en el consumo de leche y la disponibilidad de alimento concentrado y forraje ^{13, 28}. En el presente estudio la GDP no fue afectada por el tipo de manejo del amamantamiento; inclusive, en los grupos de mayor asignación de leche por la mañana (T1 y T4), esta GDP fue inferior a la de los grupos de mayor restricción. Por otro lado, el consumo estimado de leche tampoco tuvo un efecto significativo sobre la GDP. Vargas,³⁵ no encontró grandes diferencias al relacionar el consumo de leche con el peso metabólico. Así mismo, menciona que el periodo de amamantamiento no afectó significativamente las GDP, lo cual indica que los becerros no requieren altos consumos de leche para desarrollarse adecuadamente, siempre y cuando se complemente con alimento concentrado y forraje fresco. En este trabajo el consumo estimado de alimento concentrado fue menor a lo encontrado por otros autores ^{2, 35, 36, 37} lo que se reflejó en las menores GDP obtenidas.

Las GDP del presente estudio fueron superiores a las reportadas por algunos autores en clima tropical para diferentes tipos de restricción del amamantamiento ^{38, 39}. Sin embargo en condiciones similares con animales *Bos taurus X Bos indicus*, Cázares²⁷, Hippen¹⁹ y De Santos⁴⁰, mencionan resultados similares a los obtenidos en este estudio, al igual que los encontrados por Little ³⁰ quien investigó con ganado Friesian x Boran. Por otra parte diversos trabajos^{2, 3, 18, 29, 41, 42, 43} encontraron GDP superiores. Esto se debe a que los consumos de leche y alimento concentrado en esos trabajos fueron superiores a los observados en el presente estudio. En cuanto a la frecuencia y tiempo de AR, Gallegos²¹ obtuvo

GDP de 0.702 kg para un grupo bajo AR con $\frac{1}{4}$ más leche residual durante dos horas por la mañana, mientras que en lotes con la leche acumulada 4 y 8 horas después de la ordeña y amamantamiento durante dos horas, encontró GDP de 0.715 y 0.827 kg/día, las cuales son superiores a las de este trabajo.

Por lo que se refiere al genotipo, aunque no hubo diferencia significativa en las GDP, se observa cierta superioridad en los animales de la cruce Simmental en comparación a los animales de la cruce Limousine, lo que es acorde con lo encontrado por otros autores^{2, 3, 44}. Estos resultados podrían mostrar que la raza Simmental tiene un comportamiento superior con respecto a las demás razas paternas incluidas.

Por otra parte, las GDP aunque no se vieron afectadas por el sexo, fueron ligeramente mayores para los machos que para las hembras. Esta situación, pudiera demostrar que las hormonas sexuales son importantes en la regulación del crecimiento, ya que los andrógenos estimulan el crecimiento esquelético de los machos con mayor eficacia por lo que los machos comienzan a crecer con mayor rapidez y así son de mayor tamaño que las hembras⁴⁵. Por otra parte los requerimientos de nutrimentos son diferentes para hembras y machos debido a que el tejido que están formando los animales es diferente; las hembras tienden a acumular una mayor cantidad de grasa, por lo que requieren de un mayor suministro de energía, así en general los machos alcanzan mayores ganancias diarias que las hembras y convierten alimento en carne con mayor eficiencia⁴⁶.

Consumo de concentrado

Como se observa en la Figura 8 el consumo de alimento concentrado por el becerro en los primeros dos meses fue mínimo, teniendo un aumento considerable en el tercer y cuarto mes, lo que pudiera indicar que en los dos primeros meses de vida el becerro depende básicamente de consumo de leche para su desarrollo.

El promedio de consumo diario de alimento concentrado encontrado en el presente trabajo es inferior al mencionado por distintos autores en la literatura consultada^{2, 35, 36, 37}. En el sureste de Brasil Fajardo⁴⁷ obtuvo consumos de concentrado en becerros Holstein X Cebú de 53 g/día durante las primeras 4 semanas de edad y de 422 g/día entre la 5ª y la 8ª semana, para un consumo promedio de 281 g, ligeramente superior al de este estudio. De acuerdo a lo demostrado por Plaza y Hernández³⁷ y Luchini⁴⁸, 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 poder lograr un adecuado desarrollo del becerro cuando se restringe el consumo de leche, es necesaria la alimentación con alimento concentrado.

Consumo de leche por sistema de amamantamiento

En el sistema de crianza tradicional la vida del becerro en los primeros meses depende básicamente del consumo de leche materna, esto es debido a que aún no es un rumiante y a la ausencia de complementación alimenticia. Existen otras

formas de crianza de becerros donde la cría recibe diferentes cantidades de leche según necesidades del productor y del propio becerro, por lo que se pueden emplear diferentes adecuaciones del amamantamiento, pudiendo disminuir la frecuencia y el tiempo que permanece el becerro con la vaca, suministrar distintas cantidades de leche residual contenida en la ubre de la vaca⁴⁹. En el presente trabajo, el consumo de leche fue superior en el tratamiento 2 y menor para el 3. Cabe mencionar, que aunque en el tratamiento 3 únicamente se dejaba la leche acumulada, el consumo fue ligeramente inferior que en los tratamientos 1 y 4 en donde se esperaban los mayores consumos. Esto pudiera deberse a que en el sistema de producción de leche con el que se trabajó, no se utilizó al becerro como estímulo para la bajada de la leche y por lo tanto, la leche residual y la acumulada (3.8 kg), fue suficiente para obtener ganancias diarias de peso aceptables. Aunque no existieron diferencias en el consumo, se observó que en el T4, el consumo de leche tuvo una tendencia a disminuir conforme aumentó la edad del becerro (Figura 7). Por el contrario, este consumo tendió a aumentar en los tratamientos 1, 2 y 3, lo que coincide a lo observado por Vargas,³⁵ quien menciona que el aumento encontrado no está relacionado con el peso metabólico del becerro.

El aporte de proteína cruda del consumo diario de leche y del alimento concentrado en este experimento fue como mínimo 213 g, el cual es superior a las necesidades marcadas por el NRC⁵⁰ para animales de ese peso y de esa ganancia, o incluso con ganancias mayores, por lo que sería conveniente realizar un análisis de digestibilidad del alimento o proporcionar un alimento con una

mayor disponibilidad biológica, para que se pueda lograr un mejor desempeño productivo de los becerros.

Producción de leche vendible a 120 días

El tipo de tratamiento para la producción de leche para la venta a los 120 días mostró un efecto altamente significativo en favor de T4 a pesar de que este tenía asignado un cuarto de la ubre para el becerro. Se conoce que la secreción de leche puede producirse a una velocidad constante durante unas 16 horas,⁵¹ por lo que este resultado pudo deberse a que al realizar un solo ordeño y un solo amamantamiento, ambos por la mañana, el tiempo transcurrido entre el amamantamiento y el siguiente ordeño fue lo suficientemente amplio para que la glándula mamaria pudiera producir una buena cantidad de leche y esto verse reflejado en la cantidad de leche ordeñada. También podría considerarse el hecho de que las vacas de T4 comieron en una asociación gramínea/leguminosa que tiene un mayor potencial para producir leche lo que está de acuerdo con los resultados obtenidos en el CEIEGT⁵² en los cuales se encontró que las vacas que pastaron en una asociación de gramíneas con leguminosas superaron en un 15% a aquellas que lo hicieron solo en gramas. Por otra parte, las vacas de ese tratamiento eran más viejas y quizá a punto de alcanzar su pico productivo de por vida.

Little³⁰ trabajando con vacas *Bos taurus* x *Bos indicus* encontró una producción similar a la obtenida en el presente estudio. En un estudio efectuado en el CEIEGT en condiciones similares Galindo² encontró PLV 120 de 584, 681 y 686

Kg. en grupos con manejo similar a los T1, T2 y T3 de este trabajo, los cuales son superiores a las conseguidas en el presente estudio. Por otra parte Gallegos,²¹ Fajardo⁵³ y Veitia⁵⁴ encontraron producciones de leche superiores a las de este trabajo aunque se debe considerar que estas vacas recibieron suplementación alimenticia en el momento de la ordeña.

Producción total de leche vendible

Aunque no se encontró diferencia significativa, la producción de leche para la venta durante todo el periodo de ordeño fue mayor en T2 seguido por T3, T4 y por último T1, esta diferencia pudiera deberse a que el estímulo del ordeño, más el de un doble amamantamiento estimula una mayor síntesis de leche, lo que incrementa la producción. Por otra parte en T1 y T4 se dejó de ordeñar un cuarto de la ubre de las vacas repercutiendo en el total de leche para la venta. Cabe destacar, que en el periodo posdestete, solo se produjo entre 52 y 59 % del total de la leche para la venta, inclusive, en el T4, esta sólo representó el 34 % del total, lo que puede estar relacionado con un efecto negativo del destete sobre la persistencia de la lactancia. En condiciones similares a las de este estudio, Galindo² encontró valores de 1002, 1248 y 1072 kg. para T1, T2 y T3 las que son inferiores a las obtenidas en el presente trabajo. Das³⁸ y Hippen¹⁹ con vacas *Bos taurus* x *Bos indicus* lograron producciones similares a las obtenidas en este estudio. Sin embargo, Little³⁰ menciona haber obtenido PLVT superiores a las que se obtuvieron en este trabajo.

Producción total de leche

La producción total de leche, que fue la suma del total de la producción de leche vendible más el consumo estimado de leche por el becerro tampoco mostró diferencias entre tratamientos, aunque se observa una tendencia a ser mayor en T2, en donde el consumo y PLVT mostraron ser mayores. En concordancia con lo encontrado en el presente estudio, Ugarte¹³ menciona que ni la frecuencia ni el tiempo de amamantamiento tienen efecto sobre la producción total de leche. Sin embargo, destaca la importancia de la presencia del becerro en la bajada de la leche y el mantenimiento de la lactación, lo cual pudo haber tenido un efecto en el presente estudio, ya que una vez realizado el destete (4 meses), la vaca ya no recibió estímulo del becerro para bajar la leche.

La producción total de leche fue mayor a la obtenida por Galindo,² quien realizó un estudio en condiciones similares. Por otro lado, aún ofreciendo 2 Kg de concentrado y utilizando 2 ordeños, Das³⁸ obtuvo producciones 1631 Kg en un grupo bajo AR, siendo estos resultados similares a los encontrados en el presente estudio. Fajardo⁵³ informó una producción superior en vacas Holstein X Cebú a las cuales se les proporcionó concentrado y dos ordeños por día, siendo mayores a las que se obtuvieron en el presente estudio.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación permiten concluir que:

Los tratamientos de amamantamiento restringido, la restricción en el tiempo y en la cantidad de leche consumida, no afectaron el comportamiento productivo de los becerros.

La producción de leche vendible a 120 días fue mayor en el tratamiento 4 en donde el amamantamiento se realizó una vez al día y por la mañana, aunque esto no repercutió sobre la producción total.

Bajo las condiciones en que se realizó el estudio y los valores de las variables de respuesta GDP, PLVT Y PLT, el tratamiento 2 a pesar de implicar un mayor manejo de los animales fue el que mostró las mayores ventajas.

LITERATURA CITADA

1. Jaime FJ. Evaluación zootécnica de un sistema de producción de bovinos doble propósito en un municipio del centro del estado de Tabasco (tesis de licenciatura). México, (D. F.) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1993.
2. Galindo AB. Crecimiento de becerros bajo tres modalidades de amamantamiento restringido en un sistema de doble propósito (tesis de licenciatura). Oaxaca (Oaxaca) México: UABEJO, 2000.
3. García CJ, Livas CF, Marín MBJ, Ocaña ZE. Efecto de tres modalidades de amamantamiento restringido sobre la productividad de becerros *Bos taurus* x *Bos indicus* en un sistema de doble propósito tropical. Memorias del XXIV Congreso Nacional de Buiatría; 2000 junio 15-17; Guadalajara (Jalisco) México. México (D.F.): Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC, 2000:183-185.
4. Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural. Situación actual y perspectivas de la producción de leche de ganado bovino en México, 1990-2000. México (D. F.): SAGAR, 1999.
5. Gasque GR, Ochoa GP. El ganado de doble propósito (F1) en México y el mundo: estudio recapitulativo. Memorias del XXII Congreso Nacional de Buiatría; 1998 julio 20-25; Acapulco (Guerrero) México. México (D. F.): Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC, 1998:361-365.

6. Fernández-Baca S. Perspectivas de la crianza de becerros en los trópicos. Curso de crianza de becerras. México, (D. F.): Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1979.
7. Román PH. Fauna doméstica: Retrospectiva y perspectivas de la investigación en el uso de los recursos naturales del trópico mexicano. CRECIDATH, Colegio de postgraduados. Veracruz (Méx.), 1990.
8. González OA, Jámez VA. Crianza de becerros-as del sistema de doble propósito del Centro Experimental "Las Margaritas". Curso de crianza de becerros en sistemas de doble propósito. Martínez de la Torre (Veracruz): Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Ganadería Tropical, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1995: 21-26.
9. Scoffield MJ. Experiencias sobre la crianza de becerros Holstein en el trópico húmedo. Curso de crianza de becerras. México (D. F.) : Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1979.
10. Pérez LO. Sistemas alternativos de manejo y alimentación en la crianza de becerros de doble propósito. Curso de crianza de becerros en sistemas de doble propósito. Martínez de la Torre (Veracruz): Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Ganadería Tropical, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1995.
11. Madalena FE. Sistemas de cruzamientos entre razas bovinas para la producción de carne en América Latina. Revista Mundial de Zootecnia 1977 (22):26-33.
12. Helman MB. Modalidades de cruzamientos. In: Cebutecnia. Helman MD, 2ª ed. Buenos Aires: El Ateneo, 1986: 363-363-411.

13. 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.
14. Ocaña ZE. Experiencias en la crianza de becerros en el CEIEGT. Memorias del curso: Avances en Ganadería de Doble Propósito en el Trópico; 1999 septiembre; Tuxpam (Veracruz) México. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1999.
15. Juárez LF. Sistema de producción con bovinos de doble propósito. Simposio sobre ganadería tropical; Hueytamalco, Puebla. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1989.
16. Galina CS, Arthur GH. Review of cattle reproduction in the tropics. Part 3. Puerperium. Anim Breed Abst 1989;57: 899-909.
17. Ramos UA. Sistemas de producción bovina en cuatro municipios del Estado de Veracruz (tesis de licenciatura) Martínez de la Torre (Veracruz) México: Universidad Nacional Autónoma de México. 1983.
18. Gómez PC. Ganancia de peso y costo de producción de becerros Holstein-Cebú con dos modalidades de amamantamiento restringido en el trópico húmedo (tesis de licenciatura). Tuxpam (Veracruz) México: Univ. Veracruzana, 1996.

19. Hippen HE, Escobar MFJ. Efecto de diferentes sistemas de crianza sobre el desarrollo del ternero y la productividad de la vaca en el trópico húmedo de México. *Veterinaria Méx* 1984; 15: 83-92.
20. Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Ganadería Tropical. Boletín Informativo. México (D. F.) Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM 1982.
21. Gallegos SJ. Efecto del retraso del amamantamiento en el restablecimiento de la función reproductiva en vacas *Bos taurus* x *Bos indicus* durante el periodo posparto (tesis de maestría). Chapingo (México) México: Colegio de Postgraduados, 1990.
22. Pérez HP. Efecto del amamantamiento y presencia del macho en el restablecimiento de la actividad reproductiva posparto en vacas *Bos taurus* X *Bos indicus* en un sistema de rejeguería (tesis de maestría). Chapingo (México) México: Colegio de Postgraduados, 1992.
23. Pérez-Gil RF. Crianza de becerras mediante lactación restringida. Curso de crianza de becerras. México, D.F. México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1979.
24. Neville WE, McCornick WC. Performance of early and normal weaned beef calves and their dams. *J Anim Sci* 1981;52:715.
25. Shively TE, Williams GL. Premature calf return attenuates neuroendocrine and ovarian responses to temporary weaning in anestrous cows. *J Anim Sci* 1987; 65: 423.
26. Williams GL, Kosiorowski RG, Kirsch JD, Slinger WD. The postweaning rise of tonic luteinizing hormone secretion in anestrous cows is not prevented by

- chronic milking on the physical presence of the calf. *Biol Reprod* 1987; 36: 1079.
27. Cázares CP. Evaluación de dos sistemas de crianza de becerros con ganado bovino de doble propósito en el estado de Veracruz (tesis de licenciatura). Tuxpan (Veracruz) México: Univ. Veracruzana, 1992.
28. Ansotegui RP, Havstand KM, Wallace JD, Hallford DM. Effects of milk intake or forage intake and performance of suckling range calves. *J Anim Sci* 1991;69:899-904.
29. Pérez GH. Influencia de dos tipos de crianza sobre las ganancias de peso y costos de producción al destete, de becerros de diferente cruce terminal (tesis de licenciatura). Tuxpan (Veracruz) México: Univ Veracruzana, 1996.
30. Little DA, Anderson FM, Durkin JW. Influence of partial suckling of crossbred dairy cows on milk offtake and calf growth in the Ethiopian highlands. *Trop Anim Hlth Prod* 1991; 23: 108-114.
31. García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koopen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) 2da. reimpresión. México (DF): Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, 1981.
32. SAS Institute Inc. SAS/STAT User's Guide, Release 6.03 Edition, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. 1988.
33. López A. Variaciones en la composición corporal del vacuno durante el crecimiento. En: Plasse D, Peña BN, Arango J, editores. VII Cursillo sobre bovinos de carne. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. 1991: 89-111.

34. Plasse D. Aspectos del crecimiento *Bos indicus* en el trópico americano. *World Review of Animal Production* 1978; 14: 29-48.
35. Vargas EH, Ruiz EM, Cerdas R. Influencia del amamantamiento post-ordeño sobre el crecimiento de terneros y el comportamiento productivo y reproductivo de las vacas. *Zootecnia*. 1983; 4: 3-7.
36. 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. *Veterinaria México*. 1996; 4:271-277.
37. Plaza J, Hernández JL. Efecto del sistema de alimentación en el comportamiento de los terneros. *Rev. Cub. Cien. Agríc.* 1994; 28:175-180.
38. Das SM, Wiktorsson H, Forsberg M. Effects of calf management and level of feed supplementation on milk yield and calf growth of Zebu and crossbreed cattle in the semi-arid tropics. *Livestock Production Science* 1999; 59: 67-75.
39. Aspron MA, Zapien SA. Efecto de tres sistemas de amamantamiento sobre el desarrollo de los becerros, la producción láctea y la eficiencia reproductiva de vacas Pardo Suizo en pastoreo. *Memorias del VIII Congreso Nacional de Buiatría*; 1982 octubre; Veracruz (Veracruz) México. México (D. F.): Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC, 1982:40-44.
40. De Santos ML. Análisis de dos sistemas de crianza de becerros en el trópico húmedo (tesis de licenciatura). México, (D. F.) México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan. UNAM, 1988.
41. Díaz RH. Evaluación de tres sistemas de crianza de becerros $\frac{3}{4}$ y $\frac{1}{2}$ Holstein-Cebú bajo pastoreo en el trópico húmedo (tesis de licenciatura). Veracruz

- (Veracruz) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Univ. Veracruzana, 1991.
42. Mata VL. Evaluación de dos sistemas de amamantamiento en becerros $\frac{3}{4}$ y $\frac{1}{4}$ Holstein-Cebú, bajo pastoreo en el trópico húmedo (tesis de licenciatura). Tuxpam (Veracruz) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Univ. Veracruzana, 1990.
43. Ugarte J, Preston TR. Amamantamiento restringido. I. Efectos del amamantamiento una o dos veces al día sobre la producción de leche y el desarrollo de los terneros. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 1972; 6: 185-193.
44. Reynoso CO, Villarreal PM, Vásquez PCG. Análisis del crecimiento hasta el destete de animales *Bos taurus* X *Bos indicus* criados bajo condiciones tropicales de México. *Téc. Pec. Méx.* 1987; 25: 271-280.
45. Cabrera NA, Cabrera NAM. Evaluación estadística del peso promedio al nacimiento de becerros de la raza indubrasil y sus diferentes variantes (edad de la madre, sexo, talla y perímetro torácico) (tesis de licenciatura). Tuxpan, (Veracruz) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Univ. Veracruzana, 1995.
46. Rodríguez GF. El ganado. In: engorda de ganado bovino en corrales. Shimada AS, Rodríguez GF, Cuarón IJA. Primera edición, México 1986. pag. 3-8.
47. Fajardo CO, Scatamburlo LR, Deresz F, Lopes ML, Andrade RA, Moreira P. Sistema de aleitamento natural controlado ou artificial. II. Efeitos na performance de becerros mestiços holandês-zebu. *Sociedade Brasileira de Zootecnia* 1993; 22: 423-431.

48. Luchini ND, Lane SF, Combs DK. Pre-weaning intake and post-weaning dietary energy effects on intake and metabolism of calves weaned at 26 days of age. *J. Dairy Sci.* 1993; 76:255.
49. Ocaña ZE. Manejo del modulo de producción bovina de doble propósito. Memorias de curso: Sistemas de producción animal tropical; 1999 abril; Martínez de la Torre (Veracruz) México. CEIEGT, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1999.
50. National Research Council. Nutrient requeriments of dairy cattle. United States (Washington D.C.): NRC, 1988.
51. Alais C. Ciencia de la leche. México: editorial Continental, 1981.
52. Castillo GE, Jarillo RJ, Aluja SA, Mannetje L. Mejoramiento de la grama nativa mediante la introducción de cacahuatillo forrajero (*Arachis pintoi* CIAT 17434), segundo año. Séptimo día del ganadero 1999, Rancho "El Clarín". Tiapacoyan, (Veracruz): Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1999.
53. Fajardo CO, Scatamburlo LR, Deresz F, Lopes ML, Andrade RA, Moreira P. Sistema de aleitamento natural controlado ou artificial. I. Efeitos na performance de vacas mestiças holandês-zebu. *Sociedade Brasileira de Zootecnia* 1993; 22: 413-422.
54. Veitia JL, Simon L. Efecto de dos sistemas de amamantamiento restringido sobre la producción de leche y el crecimiento de los terneros. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 1972; 6: 201-206.

Cuadro 1

Peso al nacimiento de becerros machos y hembras provenientes de cruce terminal, que se criaron bajo cuatro modalidades de amamantamiento restringido.

Factor Experimental	<i>n</i>	Peso al Nacimiento*
Tratamiento		
T1:	14	25.8 ± 1.4 ^a
T2:	12	29.1 ± 1.5 ^a
T3:	11	28.2 ± 1.6 ^a
T4:	14	35.3 ± 1.5 ^b
Sexo		
Hembras	26	27.7 ± 1.1 ^a
Machos	25	31.5 ± 1.1 ^b
Genotipo		
Australian Friesian Sahiwal	20	28.4 ± 1.3 ^a
Simmental	16	30.6 ± 1.4 ^a
Limousine	15	29.8 ± 1.4 ^a

^{a, b} Para el Tratamiento ($P < 0.0003$), Sexo del becerro ($P < 0.0218$), y Genotipo ($P > 0.05$), medias con diferente literal presentan diferencia altamente significativa, significativa y no significativa, respectivamente.

* Medias ± Error Estandar

Cuadro 2

Producción de leche de vacas F1 (Holstein X Cebú) que criaron becerros machos y hembras provenientes de cruce terminal, bajo cuatro modalidades de amamantamiento restringido.

Factor Experimental	Variable de Respuesta * †				
	PLV 120	PLV PD	PLV T	TLCB	PLT
Tratamiento					
1	555 ^a ± 37.6	592 ± 165.9	1147 ^a ± 128.2	504 ± 31.0	1700 ^a ± 93.5
2	606 ^a ± 40.8	850 ± 179.9	1456 ^a ± 139.1	552 ± 33.6	1906 ^a ± 102.7
3	541 ^a ± 42.8	764 ± 188.9	1305 ^a ± 146.0	456 ± 35.3	1782 ^a ± 106.3
4	824 ^b ± 38.9	418 ± 171.4	1242 ^a ± 132.5	480 ± 32.1	1813 ^a ± 97.2
Sexo					
Hembras	601 ^a ± 29.2	660 ± 128.8	1261 ^a ± 99.6	504 ± 24.1	1759 ^a ± 72.6
Machos	662 ^a ± 28.6	652 ± 126.1	1314 ^a ± 97.5	492 ± 23.6	1842 ^a ± 71.0
Genotipo					
Australian Friesian Sahiwal	672 ^a ± 33.4	651 ± 147.4	1323 ^a ± 113.9	480 ± 27.6	1820 ^a ± 83.0
Simmental	673 ^a ± 36.5	762 ± 160.7	1435 ^a ± 124.2	504 ± 30.1	1781 ^a ± 94.2
Limousine	549 ^b ± 36.6	555 ± 161.4	1104 ^a ± 124.7	516 ± 30.2	1800 ^a ± 94.2

* PLV 120: Producción de leche vendible a los 120 días. PLV PD: Producción de leche vendible post-destete. PLVT: Producción total de leche vendible durante el período de lactancia. TLCB: Total de leche consumida por el becerro. PLT: Producción total de leche durante la lactancia.

** Australian Friesian Sahiwal.

† Medias ± Error Estándar.

^{a, b} Para Tratamiento ($P < 0.0001$), Sexo ($P < 0.05$), y Genotipo ($P < 0.05$), medias con diferente literal presentan diferencia altamente significativa.

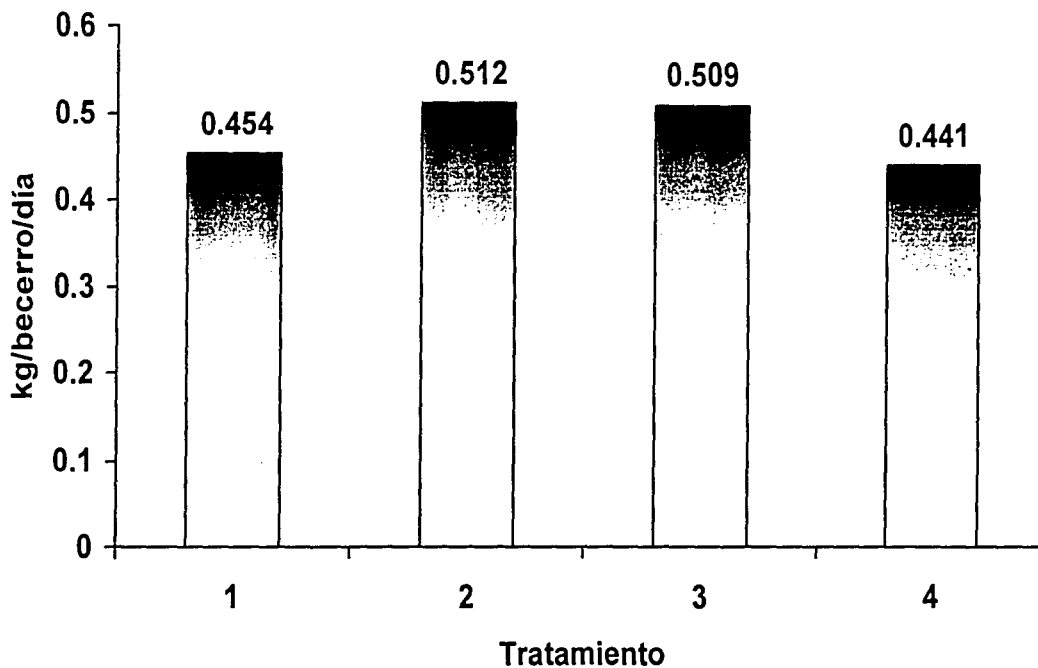


Figura 1. Medias de ganancia diaria de peso (kg/día) de becerros criados bajo cuatro modalidades de amamantamiento restringido.

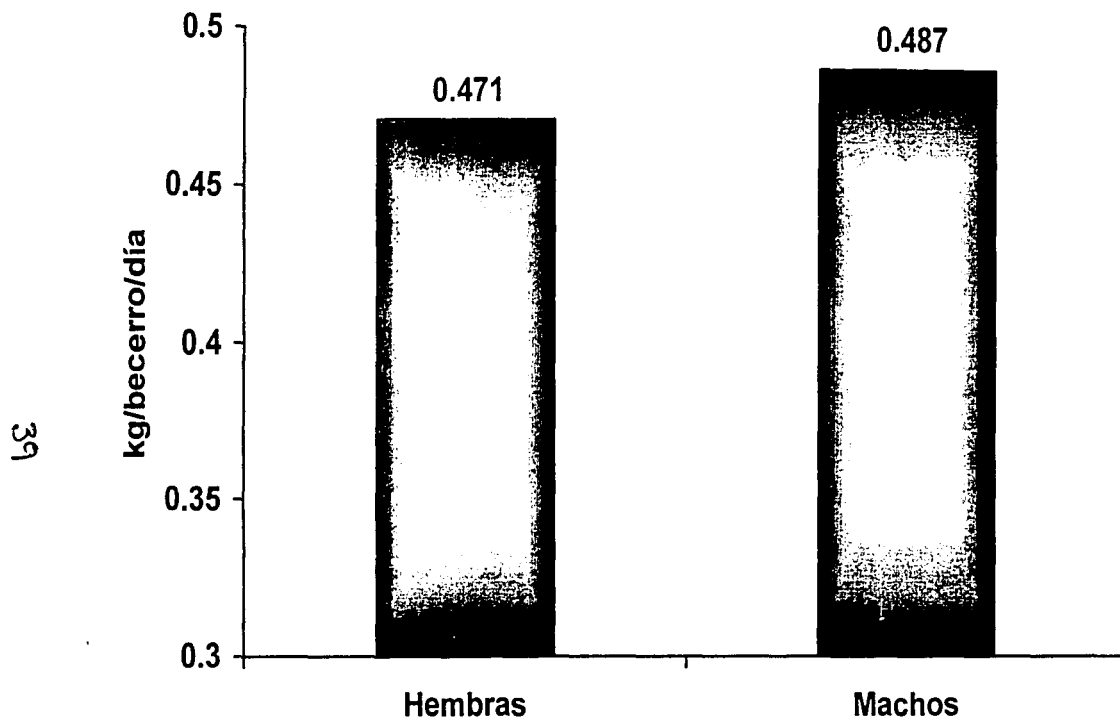


Figura 2. Medias de ganancia diaria de peso (kg/día) según el sexo del becerro.

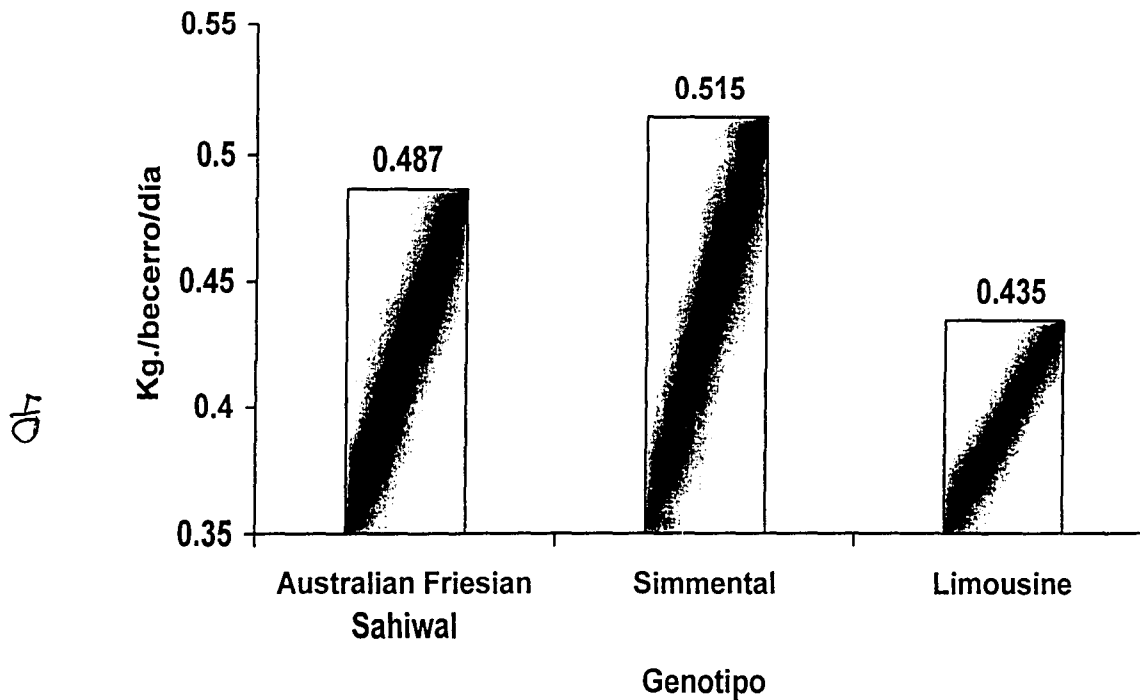


Figura 3. Medias de ganancia diaria de peso (kg/día) según el genotipo del becerro.

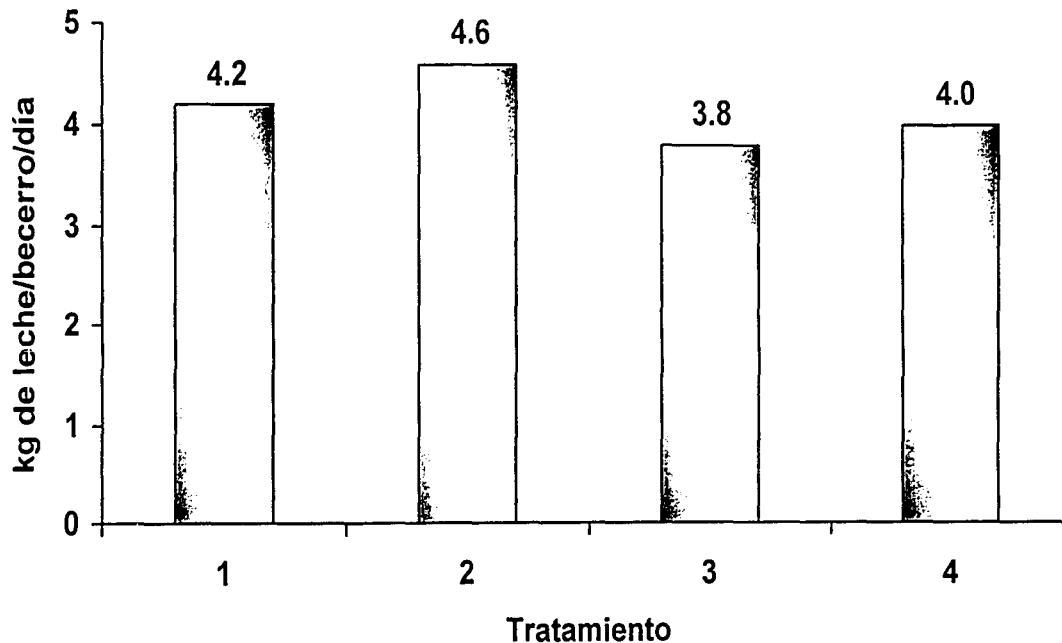


Figura 4. Media de consumo diario de leche por becerro (kg de leche/día) de acuerdo a la modalidad de amamantamiento restringido.

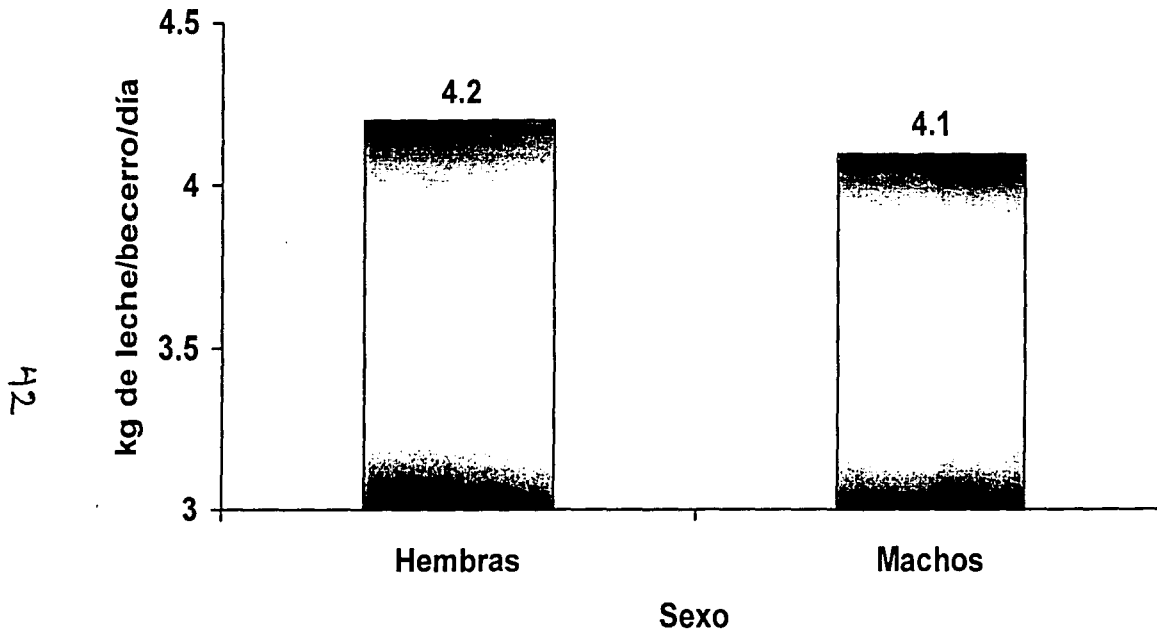


Figura 5. Media de consumo diario de leche (kg de leche/día) según el sexo del becerro.

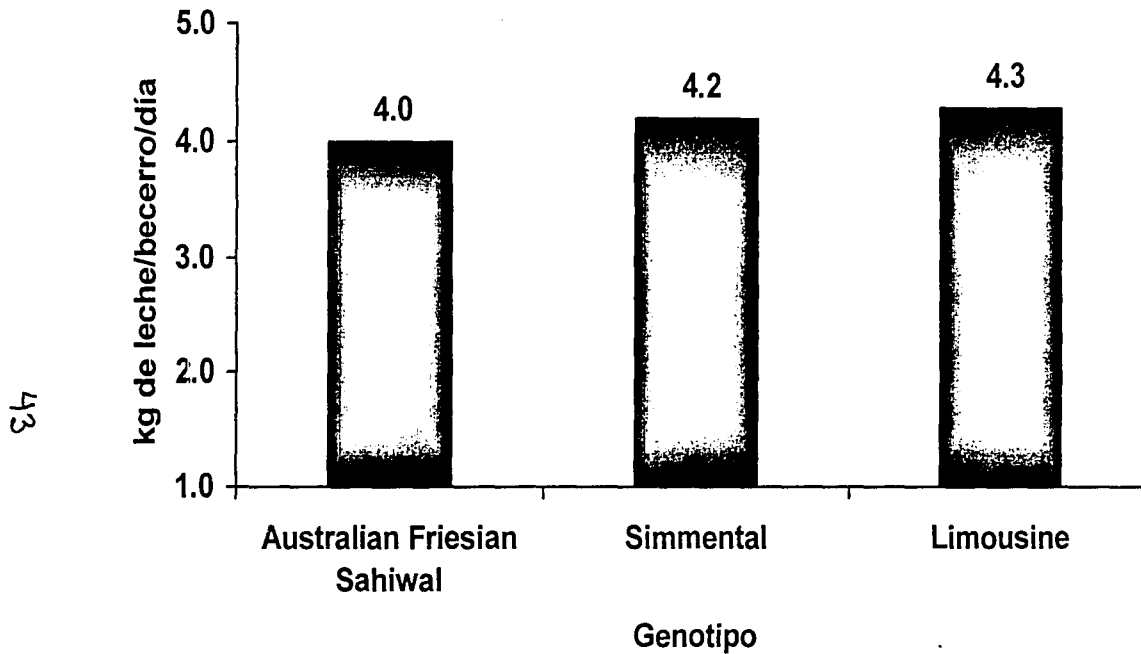


Figura 6. Media de consumo diario de leche (kg de leche/día) según el genotipo del becerro.

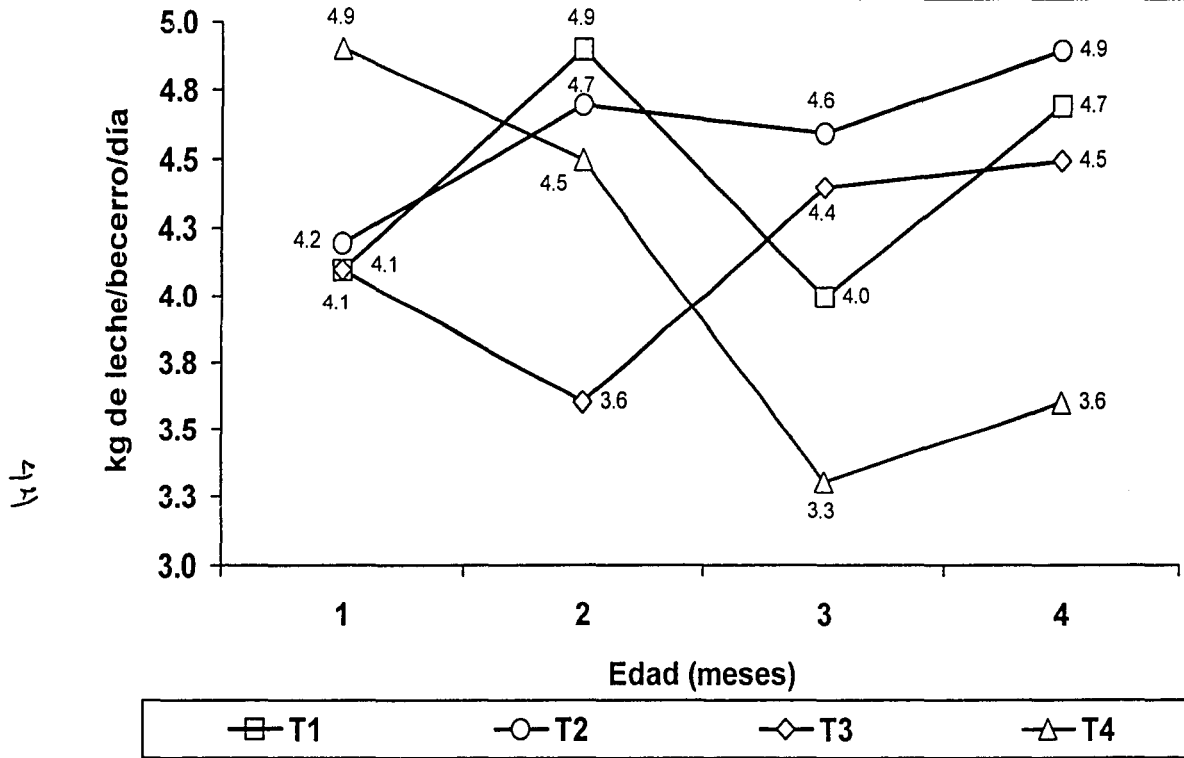


Figura 7. Consumo diario de leche (kg de leche/becerro/día) según la edad del becerro y la modalidad de amamantamiento restringido.

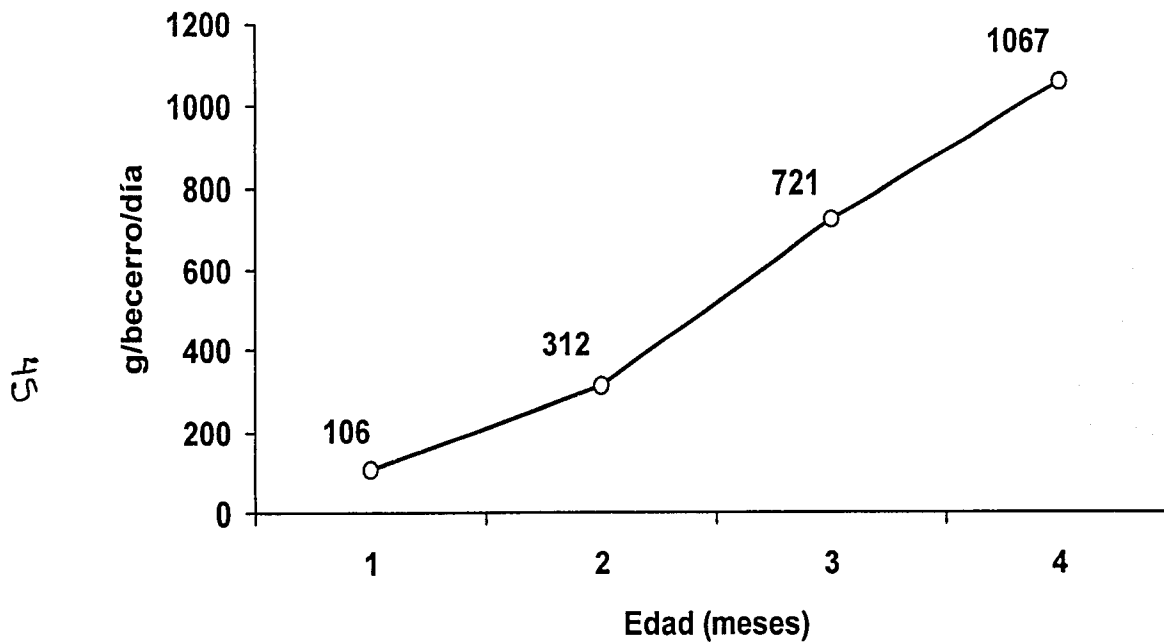


Figura 8. Consumo diario de concentrado (g/becerro/día) de acuerdo a la edad del becerro.

APÉNDICE

46

Cuadro 1 (Apéndice)

Análisis de varianza de la ganancia diaria de peso (GDP, g/becerro/día) de becerros de cruce terminal criados bajo cuatro modalidades de amamantamiento restringido.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	P>F
Modelo	6	108561.4	18094	1.00	0.4405
Tratamiento	3	49987.4	16662.5	0.92	0.4408
Sexo	1	2578.5	2578.5	0.14	0.7083
Genotipo	2	50691.1	25345.6	1.39	0.2588
Error	44	799969	18181.1		
Total corregido	50	908530.3			

Promedio GDP = 477 ± 135 . Coeficiente de Variación = 28.2%, $R^2 = 0.12$

47

Cuadro 2 (Apéndice)

Análisis de varianza del consumo de leche (CLB, kg/becerro) de becerros de cruce terminal que fueron criados bajo cuatro modalidades de amamantamiento restringido.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Sumas de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	P>F
Modelo	6	5.77050987	0.96175164	1.03	0.4184
Tratamiento	3	3.83162255	1.27720752	1.37	0.2647
Sexo	1	0.03459318	0.03459318	0.04	0.8482
Genotipo	2	0.82505482	0.41252741	0.44	0.6455
Error	44	41.05537250	0.93307665		
Total corregido	50	46.82588235			

Promedio CLB = 4.2 ± 1.0 Kg. Coeficiente de Variación = 23.2%, $R^2 = 0.12$

81-

Cuadro 3 (Apéndice)

Análisis de varianza de la producción de leche vendible a 120 días de lactancia (PLV120, kg/vaca) de vacas F1 (Holstein x Cebú), que criaron sus becerros bajo cuatro modalidades de amamantamiento restringido.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Sumas de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	P>F
Modelo	6	935390.5	155898.4	7.88	0.0001
Tratamiento	3	669374.6	223124.8	11.28	0.0001
Sexo	1	42832.6	42832.6	2.17	0.1483
Genotipo	2	158486.3	79243.2	4.01	0.0252
Error	44	870329.9	19780.2		
Total corregido	50	1805720.5			

Promedio PLV120 = 642.1 ± 140.6 kg, Coeficiente de Variación = 21.9%, $R^2 = 0.52$

ESTE TESIS NO SALIR
 DE LA BIBLIOTECA
 49

Cuadro 4 (Apéndice)

Análisis de varianza de la producción total de leche vendible por lactancia (PLVT, kg/vaca) de vacas F1 (Holstein x Cebú) que criaron sus becerros bajo cuatro modalidades de amamantamiento restringido.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Sumas de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	P>F
Modelo	6	1626641.4	271106.9	1.18	0.3340
Tratamiento	3	643813.9	214604.6	0.93	0.4320
Sexo	1	32463.1	32463.1	0.14	0.7087
Genotipo	2	869160.3	434580.1	1.89	0.1627
Error	44	10102534.8	229603.1		
Total corregido	50	11729176.1			

Promedio PLVT = 1286 ± 479 kg. Coeficiente de Variación = 37.3%, $R^2 = 0.14$

50

Cuadro 5 (Apéndice)

Análisis de varianza de la producción total de leche (PLT, kg/vaca) de vacas F1 (Holstein x Cebú) que criaron sus becerros bajo cuatro modalidades de amamantamiento restringido.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Sumas de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F Calculada	P>P
Modelo	7	7728948.9	1104135.5	9.07	0.0001
Tratamiento	3	276764.9	92254.9	0.76	0.5239
Sexo	1	77745.9	77745.9	0.64	0.4286
Genotipo	2	11044.1	5522.1	0.05	0.9557
Días en lactancia	1	5827234.7	5827234.7	47.87	0.0001
Error	43	5234269.2	121727.2		
Total corregido	50				

Promedio PLT = 1798 ± 349 kg. Coeficiente de Variación = 19.4%, R² = 0.60