



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE
CRIANZA DE BECERROS BAJO
CONDICIONES DE TRÓPICO HÚMEDO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A:
MARÍA DE LOS ANGELES ESPINOSA PÉREZ

ASESORES:

**MC BERNARDO DE JESÚS MARÍN MEJÍA
PhD EPIGMEIO CASTILLO GALLEGOS**



MÉXICO, D.F.,

2004



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.

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE CRIANZA DE BECERROS BAJO
CONDICIONES DE 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
Médico Veterinario Zootecnista

por

María de los Angeles Espinosa Pérez

Asesores: MC. Bernardo de Jesús Marín Mejía
PhD. Epigmenio Castillo Gallegos

México D. F., 2004

DEDICATORIAS

A mis Julios que representan todo en la vida.

A mi Julia, que siempre ha representado ese ser fuerte que nunca me ha dejado caer, que siempre estará dispuesta a escuchar, a soportar y lo más importante...que nos ama aunque nunca lo mencione.

A mi Julio, que aunque físicamente nunca ha sido todo nuestro, siempre ha estado allí, necio, enojón, gruñón, todo lo que represente...él lo sabe. Papá se que nos amas a tu modo.

A ti Tomás, que siempre has sido el sabihondo...pues que crees...te gané!

Esto es para ustedes, es el esfuerzo de todos y el comienzo de muchas cosas, gracias por estar siempre conmigo, los amo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme un lugar en esta vida y permitirme vivir hasta ahora.

A ustedes Julios que sin su apoyo nunca hubiera sido la persona que soy ahora. A ti Julia, que sin tu carácter no sé que haría; gracias a Dios lo heredé y por ti soy de esta forma; mamá me encantas y te amo. A ti Julio, que siempre has sido el papá que todo lo puede y todo lo sabe, gracias a Dios no heredé tu carácter, bueno...un poquito, pero también te adoro. Gracias a ustedes todo es posible, gracias por ser únicos.

A ti...que eres simplemente lo que significa esa maravillosa palabra: Ipalnemoani. Que siempre estuviste a mi lado a pesar de la distancia, que rondas los árboles ya sea por un pequeño agujerito o por su miel; recuerda que eres lo máximo, que todo se puede lograr sólo necesitas desearlo y tener fuerza; nunca olvides las 7 cabrillas, que nunca olvidaré tu corazón de roca. Recuerda solamente que te amo.

A las personas más importantes en esta tesis, pues con ellas y su esfuerzo logré concluir este trabajo: por supuesto, mis asesores: MC Bernardo de Jesús Marín Mejía y PhD Epigmenio Castillo Gallegos, gracias por ser tan dedicados.

A los Médicos Veterinarios integrantes de mi examen profesional, gracias por sus observaciones y comentarios al trabajo escrito.

A Bernardo de Jesús Marín Mejía, gracias principalmente por brindarme tu confianza, tu amistad y tus conocimientos, sobre todo por tener confianza en ti mismo y en lo que quieres, sabes que el secreto está en la paciencia y en saber escuchar a la gente, gracias por todo.

A las mejores amigas del mundo...Gracias Sheila por ser tan delicada, por brindarme tu confianza, tus sonrisas, tus lágrimas. Nunca le demuestres a nadie que puedes ser débil en algún momento, siempre demuestra que eres la más fuerte, por que a lo mejor, alguien necesitará de ti. Sabes que tienes mi amistad y mi corazón por siempre.

Sara...eres una persona muy especial; a tu modo, sabes demostrar muchas cosas, pero también ocultas muchas otras; sabes que siempre contarás conmigo, te agradezco todos los momentos tan especiales que pasamos; recuerda que siempre seremos las chicas.

Uri gracias por ser tan sentimental, a veces necesitamos desahogar los problemas en alguien; tu tienes fuerza, sentimiento, gracia y comida...Eres una persona muy inteligente y creo que llegarás muy lejos; gracias por brindarme todo tu apoyo, sabes que lo necesitamos estando en este lugar, te quiero mucho.

A todos los compañeros del Clarín, que resultaron ser muy buenos amigos: Sheila, Sara, Uri, Felipe, Abraham, Rojo, Elvia, Ana, Eloisa, Armando, Pedro, Alfonso, a los colombianos Felipe, Néstor, Andrés y Fernando, al tico Webb, a todos los compañeros de los semestres que pasaron durante mi estancia, gracias por su apoyo.

A todos los académicos que siempre estuvieron dispuestos a ofrecer sus conocimientos y también con los que no congenié muy bien, gracias por todo.

A todo el personal del centro pues sin su ayuda todo hubiera sido mucho mas pesado. Trataré de mencionar a todos, pero si me falta alguien espero no se moleste, gracias por la ayuda.

A los ordeñadores Don Jorge, Ricardo, Cayo y Juventino, por que a pesar de su carácter siempre hicieron su mejor esfuerzo para que todo saliera bien.

A Chuy, Salvador, Julio y Oscar por su esfuerzo para cuidar a los becerros.

A los vaqueros Pablo y Jaime, por su colaboración y sus palabras.

A la señora Lupita y a Julio por que nunca tuvieron un pero para ayudarme.

A Chico por que gracias a él tuvimos el suero para alimentar a los becerros.

En especial, gracias Jesús Jiménez, por ser una persona que siempre estuvo dispuesto a brindarme su apoyo, por desempeñar lo mejor posible tu trabajo y por que siempre tuviste un consejo y una sonrisa en el momento adecuado. Gracias por considerar a los animales como lo que son: seres vivos que sienten y entienden. Ese trato hacia los animales es tan humano como tu persona.

A Popochas (Jorge Becerra), por que ante los problemas familiares sigues siendo una roca, y no por cabeza dura, sino por que eres una persona muy fuerte. Gracias por mantenernos sonrientes todo el tiempo, por tus palabras, consejos, por tus locuras; sigue desempeñando tu trabajo como siempre lo has hecho, sabes que eres el mejor.

A todas las personas que siempre tuvieron unas palabras agradables y una sonrisa: Filo, Hilario, Enrique, Camilo, Héctor, Pablo, Inocencio, Silvia y Vicky.

A los vigilantes que siempre velaron nuestros sueños; Don Sergio, Don Memo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por permitir formarme como siempre lo desee, ser Médico Veterinario Zootecnista.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia que ha aportado todos sus sabios conocimientos impartidos por los mejores Médicos Veterinarios.

Al Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT), por permitir la realización de este estudio.

Gracias por sus buenos deseos, Doctor Jorge Armando Álvarez León. Solo recuerde la frase de Marco Tulio Cicerón (106-43 a. de C.), escritor latino, "Cuanto mejor es una persona, más difícilmente sospecha de la maldad de los demás". Y aquella de Francisco de Quevedo (1580-1645), escritor español, "La mayor señal de ser bueno es ni temer ni deber, y la mayor de la maldad es ni temer ni pagar". Recuerde que en algún momento, todos estuvimos abajo.

CONTENIDO

PÁGINA

RESUMEN.....	1
I. INTRODUCCIÓN.....	2
II. JUSTIFICACIÓN.....	5
III. HIPÓTESIS.....	6
IV. OBJETIVO GENERAL.....	7
V. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
VI. MATERIAL Y MÉTODOS.....	8
6.1. Localización.....	8
6.2. Animales experimentales y tratamientos.....	8
6.3. Manejo de los becerros.....	8
6.3.1. Alimentación.....	8
6.3.1.1. Consumo de sustituto y leche.....	8
6.3.1.2. Consumo de forraje.....	9
6.3.1.3. Consumo de alimento concentrado.....	9
6.3.1.4. Preparación del suero fermentado.....	9
6.3.1.5. Elaboración de heno.....	9
6.4. Mediciones.....	9
6.5. Medicina Preventiva.....	10
6.6. Manejo de la vaca.....	10
VII. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	12
7.1. Producción de leche y ganancia de peso del becerro.....	12
7.2. Consumo de leche por el becerro en el amamantamiento restringido.....	12
7.3. Consumo de concentrado y de heno.....	13
VIII. RESULTADOS.....	14
8.1. Peso al nacimiento y ganancia diaria de peso.....	14

8.2. Consumo de concentrado.....	14
8.3. Consumo de heno.....	14
8.4. Consumo de leche.....	14
8.5. Producción de leche.....	14
8.6. Composición de la leche y suero.....	15
8.7. Porcentaje de PC de concentrado y heno.....	15
IX. DISCUSIÓN.....	16
9.1. Ganancia diaria de peso.....	16
9.2. Consumo de concentrado.....	17
9.3. Consumo de heno.....	17
9.4. Consumo de leche.....	18
9.5. Consumo de suero.....	19
9.6. Producción de leche.....	20
9.6.1. Leche ordeñada.....	20
9.6.2. Producción total.....	20
X. CONCLUSIONES.....	22
XI. LITERATURA CITADA.....	23
XII. CUADROS.....	28
Cuadro 1. Peso al nacer y promedio de ganancia diaria de peso de becerros bajo dos modalidades de crianza, nacidos en dos épocas distintas, en un hato de doble propósito del trópico húmedo.....	28
Cuadro 2. Consumo de concentrado y heno (kg MS/día) por becerros criados artificialmente o con amamantamiento restringido en un hato de doble propósito del trópico húmedo.....	29
Cuadro 3. Promedio de consumo diario de leche y suero por becerros criados artificialmente o con amamantamiento restringido en un hato de doble propósito del trópico húmedo.....	30
Cuadro 4. Producción y destino de la leche (kg/120 días) de vacas F1 (Holstein x Cebú), cuyos becerros fueron criados artificialmente o con amamantamiento restringido en un hato de doble propósito del trópico húmedo.....	31

Cuadro 5. Composición en base fresca de leche y suero en los dos periodos experimentales.....	32
XII. FIGURAS.....	33
Figura 1. Ganancia de peso de los becerros bajo dos modalidades de crianza, en un hato de doble propósito en el trópico húmedo.....	33
Figura 2. Efecto de la crianza artificial y el amamantamiento restringido sobre el consumo de concentrado de becerros de cruce terminal en un hato de doble propósito del trópico húmedo	34
Figura 3. Efecto de la crianza artificial y el amamantamiento restringido sobre el consumo de heno de becerros de cruce terminal en un hato de doble propósito del trópico húmedo	35
XIII. APÉNDICE "A".....	36
Cuadro A1. Análisis de varianza de la ganancia diaria de peso de los becerros bajo dos sistemas de crianza en el trópico húmedo	36
Cuadro A2. Análisis de varianza del consumo de concentrado en becerros bajo dos sistemas de crianza.....	37
Cuadro A3. Análisis de varianza del consumo de heno en becerros bajo dos sistemas de crianza.....	38
Cuadro A4. Análisis de varianza de producción de leche para la venta.....	39

RESUMEN

ESPINOSA PÉREZ MARÍA DE LOS ANGELES. Comparación de dos sistemas de crianza de becerros bajo condiciones de trópico húmedo. (Bajo la dirección de MC. Bernardo de Jesús Marín Mejía y PhD. Epigmenio Castillo Gallegos).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la crianza sobre la ganancia diaria promedio (GDP) de becerros y la producción de leche ordeñada y total (PLO y PLT) de sus madres. Los becerros nacidos en dos periodos (P1 y P2), se asignaron a: Crianza Artificial (CA) y Amamantamiento restringido (AR); tomaron calostro hasta el quinto día de edad; en CA hasta los 30 días, tomaron 5 kg de leche, en dos tomas. Sustituyéndose el 33, 66 y 100% de leche por suero fermentado, en los siguientes 3 meses, en una toma. En AR hasta los 30 días, tomaron leche de un cuarto más la residual (am), y acumulada (pm); hasta los 90 días, leche de un cuarto más la residual y hasta los 120 días, leche residual (am). El diseño fue completamente al azar, utilizando los becerros como repeticiones. Los análisis de varianza se efectuaron con un modelo lineal aditivo, que incluyó como covariables, peso al nacimiento y lactancia de la vaca. El análisis empleó el procedimiento GLM de SAS utilizando la prueba de "t" para comparar medias. En CA las GDP (kg/día; media \pm EE) fueron de 0.535 ± 0.032 y 0.446 ± 0.036 , y en AR, de 0.494 ± 0.031 y 0.497 ± 0.039 en P1 y P2, respectivamente, no encontrándose diferencia estadística significativa ($P > 0.05$) entre crianza dentro de periodo. La PLO (kg/vaca/120 días; media \pm EE) en P1 fue de 994 ± 73 y 921 ± 68 , mientras que en P2 fue de 706 ± 84 y 894 ± 85 para CA y AR, respectivamente, no encontrándose diferencia estadística significativa ($P > 0.05$). El consumo de leche (kg/becerro/120 días; media \pm EE) en P1 y P2 fue de 448 ± 0.2 y 425 ± 0.3 para AR, mientras el asignado para CA fue de 277 kg. La sustitución de leche por suero no afectó las GDP. Sin embargo, al considerar la leche consumida por el becerro, la PLT para la venta fue afectada negativamente por CA, concluyendo que, la CA empleando suero fermentado es factible donde no se requiera el estímulo directo del becerro.

Palabras clave: Crianza, Becerros, Suero Fermentado, Leche, Trópico.

I. INTRODUCCIÓN

La cría de bovinos en nuestro país, ha estado orientada en general a dos grandes mercados: la exportación de becerros a los Estados Unidos y la producción de carne para el abasto nacional. La relación entre el precio de la carne y la leche a pie de granja influye en la decisión del productor de orientarse hacia la producción de leche, carne o al doble propósito. En la industria de alimentos, la de la leche, es la tercera actividad más importante, sólo superada por la del maíz y de la carne. Sin embargo, en los últimos años supera a éstas dos últimas con un ritmo de crecimiento de 27% (1, 2). La producción de leche en México mostró un crecimiento de casi 50% entre 1990 y 2000, reportando 9,190 millones de litros en éste último año. La producción de leche es obtenida en tres sistemas: los sistemas intensivos, la lechería familiar y la lechería de doble propósito. En el trópico existen distintos sistemas de ganadería de bovinos: cría de becerros al destete, la engorda de estos hasta el sacrificio y la combinación de ambos, habiendo también en los sistemas de cría la opción de hacer o no el ordeño (1, 2).

En el estado de Veracruz, el 71.5% del inventario ganadero bovino, se encuentra bajo el sistema de doble propósito, el cual tiene una baja eficiencia productiva a pesar del gran potencial forrajero para aumentar la producción de leche (3). La flexibilidad del sistema permite cambiar el destino de la leche de acuerdo con el precio de venta, lo que propicia que las crías dispongan de mayor o menor cantidad de leche y eso afecte su desarrollo (4).

El amamantamiento restringido es el tipo de crianza más usado en el cual, los becerros maman de la vaca la leche de un cuarto de la ubre o la leche residual después del ordeño (5). El carácter nervioso de las razas cebú y sus cruzamientos con ganado *Bos taurus*, obligan a la presencia del becerro durante el ordeño, tanto para propiciar la bajada de la leche, como para prolongar la lactancia (6). Se ha observado que en las modalidades de amamantamiento restringido, el estímulo del amamantamiento, favorece la producción de leche durante el periodo que la vaca amamanta, y por ende, la producción total de leche por lactancia (7, 8, 9).

La crianza artificial con leche natural o con sustitutos es más frecuente en sistemas especializados (10, 11, 12). La leche entera es el alimento principal en la nutrición del ternero. Sin embargo, la demanda creciente de este producto para el consumo humano ha promovido el uso de sustitutos de leche, prefiriéndose porque estos son más baratos que la

leche, además de su amplia disponibilidad en el mercado (11, 13, 14). Existen diferentes alimentos que pueden sustituir a la leche, como son: la leche descremada, la leche de vacas con mastitis, el exceso de calostro, los reemplazadores o fórmulas lácteas y el suero de quesería (14).

En el trópico mexicano, al menos el 40% de la producción de leche se destina a la industria quesera. El suero quesero es el resultado de la coagulación de la leche en la elaboración del queso y en promedio cada 10 litros de leche procesada producen 9 litros de suero (13, 15), el cual contiene de 6% a 7.5% de MS, compuesta esencialmente de lactosa (70% a 73%), proteína (12% a 13%) y sales minerales (7% a 11%); además, contiene ácido láctico (0.5% a 10%), ácido cítrico (alrededor del 1%) y algo de nitrógeno no-proteínico (NNP; de 0.5% a 0.8%). Las proteínas (lactoalbúmina y globulinas), de excelente calidad, tienen un contenido de aminoácidos esenciales superior al del huevo. El suero es rico en lisina y triptofano y en contenido de aminoácidos azufrados (metionina y cistina). Es también relativamente rico en Ca, P, Na, K y Cl. Existen sueros ácidos y dulces, cuya composición varía con la leche utilizada y el tipo de queso elaborado (16). El suero de leche es fuente de energía y nitrógeno, los cuales son muy bien utilizados en rumiantes jóvenes; además, la presencia de lactosa en la ración mejora el uso de NNP (10, 13, 16, 17, 18). Sin embargo, este subproducto representa una amenaza al ambiente y a la salud, sobre todo cuando grandes cantidades son vertidas a los efluentes, pues al presentar un alto contenido de materia orgánica, provoca una alta demanda biológica de oxígeno (DBO) del cuerpo de agua en el que es descargado. Se ha informado que el procesar 100 000 litros de leche/día equivale a una contaminación de una ciudad de 60, 000 habitantes. (17, 19). Hay varios métodos de utilización o disposición del suero, que son alternativas de solución al problema de contaminación. Puede descargarse en el sitio de producción para que la tierra absorba los minerales y la materia orgánica del suero; mediante ultrafiltración se pueden obtener los principales componentes que luego pueden utilizarse para fabricar ciertos tipos de queso; también es un excelente sustrato para el cultivo de levaduras. Asimismo, la alimentación animal es una alternativa, administrándose como suero líquido, que es la forma mas barata de suministrarlo a los animales (16).

No es difícil conseguir el suero de leche gratis o bien a un bajo costo, por lo que los becerros pudieran ser un destino para su aprovechamiento. El uso de suero podría reducir el

costo del becerro, lo que incrementaría la leche para el consumo humano (13). Un argumento para no usarlo en la alimentación de bovinos es que se descompone muy rápido y no es apetecible a los animales. Sin embargo, se puede fermentar con lactobacilos, pudiéndolo conservar por 24 horas y ofrecerlo a becerros, si estos se adaptan previamente a consumirlo (15, 20).

Por otro lado, se ha demostrado que el suero puede usarse como base para desarrollar probióticos, los cuales inhiben microorganismos patógenos, estabilizan la mucosa intestinal y previenen diarreas. Así, el suero fermentado y adicionado con probióticos puede ser otra alternativa de alimentación para la crianza artificial (15, 20). Al respecto, Montero y col. (2001), observaron que el suero fermentado con lactobacilos disminuyó hasta en 40% el consumo de concentrado, sustituyendo 25% de la leche destinada a la alimentación del becerro.

Cualquier tipo de crianza tiene como objetivos destinar la mayor cantidad posible de leche para consumo humano, asegurar un buen desarrollo de los becerros, así como favorecer el desarrollo de los pre-estómagos, involucrando con esto la utilización de alimentos sólidos que lo beneficien (21, 22, 23, 24). Así, el tipo de amamantamiento y sistema de crianza afectan la producción de leche para la venta, ya que ésta aumenta al utilizar el becerro como apoyo para la bajada de la leche (25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33). Cázares (1992) y Gómez (1996) mencionaron que el costo de producción por becerro aumenta al restringir el consumo de leche, ya que el consumo de concentrado se tiene que aumentar para mantener la ganancias de peso del becerro. Así mismo, Vargas (2002) y Gómez (1996), indicaron que en la crianza, el costo de la leche es mayor que el de concentrado, si el destete ocurre después de los 120 días de edad. Por esto, cualquier medida de manejo que se quiera introducir en la crianza, debe ser de bajo costo y reproducible en las condiciones del productor (34, 35, 36).

Plaza y Fernández (1997), encontraron que la alimentación con leche entera o sustituida paulatinamente con fórmulas lácteas para becerros es menos costosa que otros sistemas aplicados en la región tropical, obteniéndose ganancias de peso superiores a los 550 g/día hasta los 180 días. Mencionan además, que las diferencias sólo se encontraron en el ahorro de la leche y en el costo por ternero (12).

II. JUSTIFICACIÓN

La información anterior, indica la importancia de encontrar una forma o sistema de crianza, que no altere el desempeño productivo de los becerros, que sea adecuado para varias regiones tropicales y además, que sea de bajo costo, sin que se afecte la producción de leche. En el sistema de doble propósito, la interacción entre vaca y becerro influye en la eficiencia productiva de los animales lo que trae como consecuencia una amplia variabilidad en la producción. Por lo anterior, el desarrollo de un sistema de crianza, que permita un adecuado crecimiento de los becerros con base en la utilización de los recursos disponibles, que sean de bajo costo, como lo es el suero de quesería, puede ser una alternativa para incrementar la cantidad de la leche para la venta o transformación en subproductos en el trópico húmedo.

III. HIPÓTESIS

En la crianza artificial de becerros, la sustitución de leche por suero de quesería fermentado, no hará variar las ganancias de peso con respecto a las obtenidas con un sistema de amamantamiento restringido.

La producción de leche de las vacas disminuirá por efecto de la crianza artificial.

IV. OBJETIVO GENERAL

Comparar hasta el destete, la crianza artificial con leche sustituida paulatinamente por suero fermentado, con el amamantamiento restringido en un sistema de doble propósito en el trópico húmedo.

V. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

En becerros:

- Determinar la ganancia diaria de peso.
- Determinar el consumo de concentrado.
- Determinar el consumo de heno.
- Determinar el consumo de leche.

En la vaca:

- Determinar la cantidad de leche ordeñada durante la crianza.
- Determinar la producción total de leche de vacas bajo los sistemas de crianza artificial y amamantamiento restringido.

VI. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1. Localización

El presente estudio se realizó en el Módulo de Leche y Carne con Ganado F1 (Holstein x Cebú), perteneciente al 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, en el estado de Veracruz. El clima del área es Af (m) w” (e), cálido húmedo, sin estación seca definida (37). Para el periodo de 1980 a 1997, la temperatura media anual fue de 23.4°C y la precipitación anual promedio fue de 1917 mm. Su situación geográfica, es 20°02' de latitud N y 97°06' de longitud O; su altitud media es de 112 ± msnm*.

6.2. Animales experimentales y tratamientos

Se utilizaron los becerros, machos y hembras, nacidos en dos periodos: diez, entre abril y junio y once en octubre de 2003, que se asignaron al azar, considerando el sexo a los siguientes tratamientos:

Crianza artificial con sustitución paulatina de leche por suero de quesería (CA)

Amamantamiento restringido (AR)

6.3. Manejo de los becerros

6.3.1. Alimentación

6.3.1.1. Consumo de sustituto y leche.

Durante los primeros 5 días, los becerros en CA tomaron el calostro en mamila, mientras que en AR lo hicieron directamente de sus madres. En CA, de los 6 a los 30 días de edad, se les dieron 5 kg de leche en dos tomas (mañana y tarde). La leche se sustituyó por suero fermentado a razón de 33, 66 y 100% (peso/peso), entre los 31 y 60, 61 y 90 y 91 y 120 días de edad, respectivamente, dando una sola toma por la mañana.

En AR, a partir del sexto día de edad y hasta los 30 días, los becerros fueron alimentados por la mañana, con la leche de un cuarto de la ubre y la leche residual, durante 20 minutos después del ordeño, y por la tarde durante el mismo tiempo, con la leche acumulada de mañana y tarde. Entre los días 31 y 90, se alimentaron con la leche de un cuarto y la

* Información personal. Ing. Agr. Ext. Gabriel Vázquez (2002)

residual en un solo amamantamiento por la mañana. Finalmente, se alimentaron con la leche residual por la mañana hasta los 120 días de edad. En los dos tratamientos se utilizó la presencia del becerro durante el ordeño para estimular la bajada de la leche (no se utilizó el apoyo directo); la edad de destete fue común a ambos tratamientos, siendo ésta de 120 días.

6.3.1.2. Consumo de forraje

En el periodo 1, los becerros tuvieron acceso *ad libitum* a heno de pasto estrella Santo Domingo (*Cynodon nlemfuensis*) con 6.6% de PC y en el periodo 2, de pangola (*Digitaria decumbens*) con 6.9% de PC. Para evitar que los becerros de más edad impidieran a los más jóvenes consumir el heno, el forraje se dio por separado a grupos con edades similares (1, 2, 3 y 4 meses).

6.3.1.3. Consumo de alimento concentrado

Los becerros consumieron un concentrado con 13.4% de PC en el periodo 1 y con 15.7% en el periodo 2, ofrecido *ad libitum* para cada grupo de edad y/o tratamiento, hasta alcanzar un consumo de 1 kg/becerro.

6.3.1.4. Preparación del suero fermentado

Se utilizó el suero obtenido en la elaboración de quesos en el taller de lácteos del CEIEGT. El suero se obtuvo aproximadamente a las 12 PM y se inoculó con 4% de un cultivo láctico activado* que contiene *Propionibacterium freudenreichii ssp. shermanii* y *Lactobacillus rhamnosus*, fermentándose a temperatura ambiente por 18 a 20 horas. El producto fermentado se usó hasta el día siguiente.

6.3.1.5. Elaboración de heno

El pasto estrella se cortó con una máquina desbrozadora cada 25 días y se henificó a cielo abierto por 12 horas y luego se almacenó en costales. El heno de pangola fue de pacas comerciales.

6.4. Mediciones

Durante el experimento se midieron las siguientes variables:

- Se registró el peso al nacer de los becerros y posteriormente se pesaron semanalmente. Con esos datos se calcularon las ganancias diarias. En el tratamiento

* Bio Profit de laboratorio WIESBY

de AR los becerros se pesaron antes y después de mamar, para calcular por diferencia su consumo de leche.

- Para el análisis de la leche y suero se utilizó un analizador para leche modelo SN II, FMA2001 (Miris AB, Sweden). Se tomó una muestra semanalmente, en la que se determinó el contenido de grasa (G, %), proteína (P, %), lactosa (L, %), materia seca (MS, %) y energía metabolizable (EM, kcal) y sólidos no grasos (SNG, %). Se tomaron 3 muestras de leche: una de la producción individual de cada una de las vacas; otra que representó la leche de un cuarto más la leche residual de las vacas en AR; y una de la leche ofrecida en CA. Las muestras, a las que se les agregó un conservador (bronopol 1%), se almacenaron congeladas hasta su análisis.
- El consumo de forraje y concentrado se estimó por diferencia entre lo ofrecido y lo rechazado y se expresó como consumo aparente (kg/día/becerro). Las muestras de cada lote de alimento concentrado y heno proporcionado se analizaron para determinar su contenido de proteína cruda (PC) (AOAC) (38).
- Se registraron diariamente los kilogramos de leche ordeñada de cada vaca con medidores del tipo New Holland-Ruakura acoplados al sistema de ordeño mecánico.

6.5. Medicina Preventiva

La desparasitación interna se realizó cuando el análisis coproparasitológico indicó al menos 400 huevecillos por gramo de heces, y la externa cuando la población de garrapatas era de 15 a 20, aproximadamente.

A todos los animales se les aplicó: bacterina triple contra Pasteurelisis y Clostridiasis a los 2.5 meses de edad; vacuna contra rabia paralítica bovina a los 3 meses; y la inmunización contra Leptospirosis a los 4 meses de edad.

6.6. Manejo de la vaca

Después de nacer el becerro permaneció con la vaca hasta que pudo desplazarse por sí mismo al área de ordeño. Sólo entonces los becerros fueron retirados de la madre, permitiéndose el consumo del calostro por 5 ó 6 días, o hasta que comenzó la secreción láctea. El ordeño mecánico se efectuó una vez al día. En ambos tratamientos el becerro permaneció junto a la vaca hasta el término del ordeño. En AR, el amamantamiento se realizó durante 20 minutos después del ordeño y un segundo amamantamiento por la tarde, sólo durante el primer mes de lactancia. La vaca consumió melaza *ad libitum* durante el

ordeño. El hato pastó sobre praderas de gramas nativas (*Paspalum spp.* y *Axonopus spp.*) asociadas con zacate estrella Santo Domingo (*Cynodon nlemfuensis*), de acuerdo con un sistema rotacional diario.

VII. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El diseño experimental fue completamente al azar, considerando a los becerros como repeticiones. Las variables analizadas fueron: los cambios de peso del becerro, el consumo de leche en AR, así como producción de leche de la vaca. Las covariables fueron el peso al nacimiento del becerro y el número de parto de la vaca (39). El análisis de la varianza se efectuó por medio del procedimiento GLM de SAS (40), con los modelos siguientes:

7.1. Producción de leche y ganancia de peso del becerro

La varianza de la producción de leche ordeñada y de la ganancia de peso de los becerros fue analizada con el siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijklm} = \mu + T_j + P_k + (T*P)_{jk} + S_l + L_m + \xi_{ijklm}$$

donde:

Y_{ijklm} es la producción de leche ordeñada o la ganancia diaria de peso del becerro;

μ es la media general común a todas las observaciones;

T_j es el efecto del j-ésimo tratamiento ($j = \text{AR y CA}$);

P_k es el efecto de k-ésimo periodo ($K = 1 \text{ y } 2$);

$(T*P)_{jk}$ es la interacción entre tratamiento y periodo;

S_l es el efecto del l-ésimo sexo del becerro ($l = \text{macho y hembra}$);

L_m es el efecto de la l-ésima lactancia ($l = \text{una y dos ó más lactancias}$); y

ξ_{ijklm} es la variación entre vacas ó becerros (error experimental), supuesto independiente, normalmente distribuido, con media 0 y varianza 1.

7.2. Consumo de leche por el becerro en el amamantamiento restringido

La varianza de ésta variable de respuesta se analizó con el modelo lineal aditivo siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + P_j + S_k + L_l + \xi_{ijkl}$$

donde:

Y_{ijkl} es el consumo diario de leche por el becerro (kg/día);

μ es la media general común a todas las observaciones;

P_j es el efecto de j-ésimo periodo ($j = 1 \text{ y } 2$);

S_k es el efecto del k-ésimo sexo del becerro ($k = \text{macho y hembra}$);

L_l es el efecto de la l-ésima lactancia ($l = \text{una y dos ó más lactancias}$); y

ξ_{ijkl} es la variación entre becerros (error experimental), supuesto independiente, normalmente distribuido, con media 0 y varianza 1.

7.3. Consumo de heno y concentrado

El modelo para analizar la varianza de los consumos de heno y concentrado fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_j + P_k + (T*P)_{jk} + E_l + (T*E)_{jl} + (P*E)_{kl} + (T*P*E)_{jkl} + \xi_{ijkl}$$

donde:

Y_{ijkl} , es la variable de respuesta consumo de heno o consumo de concentrado en kg de materia seca/becerro/día;

μ es la media general común a todas las observaciones;

T_j es el efecto del j-ésimo tratamiento (j = CA y AR);

P_k es el efecto del k-ésimo periodo experimental (k = 1 y 2);

$(T*P)_{jk}$ es la interacción entre tratamiento y periodo;

E_l es el efecto de la l-ésima edad del becerro (l = 1, 2, 3 y 4 meses);

$(T*E)_{jl}$ es la interacción entre el tratamiento y la edad;

$(P*E)_{kl}$ es la interacción entre el periodo y la edad;

$(T*P*E)_{jkl}$ es la interacción entre tratamiento, periodo y edad; y

ξ_{ijkl} es la variación entre mediciones en el tiempo, que se consideró como error experimental, supuesto independiente, normalmente distribuido, con media 0 y varianza 1.

La inclusión en el modelo del sexo del becerro y del número de lactancia fue con el fin de disminuir el cuadrado medio del error y así estimar con mayor precisión el efecto del tratamiento. Las medias de cuadrados mínimos se compararon con una prueba de t, pero sólo en el caso de que el efecto respectivo hubiese sido significativo en el análisis de varianza.

VIII. RESULTADOS

8.1. Peso al nacimiento y ganancia diaria promedio

Ninguno de los efectos del modelo influyó significativamente a la ganancia de peso. (Cuadro 1; Apéndice, Cuadro A1). En ambos tratamientos las GDP tendieron a aumentar con la edad del becerro, disminuyendo en el cuarto mes en ambos tratamientos (Figura 1).

8.2. Consumo de concentrado

En el primer periodo el consumo de concentrado fue significativamente diferente ($P < 0.05$) a favor de la crianza artificial, en tanto que en el segundo periodo no hubo diferencia ($P > 0.05$) (Cuadro 2; Apéndice, Cuadro A2). La Figura 2 muestra que el consumo de concentrado aumentó al incrementarse la edad del becerro.

8.3. Consumo de heno

Se encontró que hubo diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) entre tratamientos en ambos periodos (Apéndice, Cuadro A3). En el periodo 1 el consumo de heno, fue mayor en CA y por el contrario, en el segundo periodo fue mayor para AR (Cuadro 2). El consumo de heno aumentó con la edad del becerro, pero el aumento fue más rápido en la crianza artificial (Figura 3).

8.4. Consumo de leche

El Cuadro 3 muestra que el consumo de leche en el sistema de AR fue ligeramente menor a lo largo del segundo periodo. En el primer mes de edad éste fue de 5.8 kg/becerro/día para el primer periodo y 5.6 kg/becerro/día para el segundo periodo; en los siguientes 3 meses el consumo promedio fue de 3.5 y 3.3 para los periodos 1 y 2 respectivamente. El total de leche consumida durante la crianza en AR fue de 448.0 y 425.2 kg/becerro para los mismos periodos.

8.5. Producción de leche

El ANOVA no mostró efectos significativos ($P > 0.05$) del tratamiento y periodo sobre la leche ordeñada (Apéndice, Cuadro A4), siendo la media de 880 kg/vaca/120 días, con una desviación estándar de ± 161 ($n = 21$). Al considerar la leche consumida por el becerro, la leche disponible para la venta en AR fue superior en 28 y 108 % en el periodo 1 y 2, respectivamente (Cuadro 4).

8.6. Composición de la leche y suero

En ambos periodos, los contenidos de materia seca, grasa, sólidos no grasos, proteína y lactosa de la leche, ordeñada y residual, fueron superiores a los del suero. En promedio, el suero tuvo 57%, 32% y 30% de la materia seca, grasa y la proteína contenidas en la leche, respectivamente. Además, el suero resultó con sólo 48% de la energía contenida en la leche (Cuadro 5).

8.7. Porcentaje de PC de concentrado y heno

El contenido de proteína cruda para el concentrado fue de 13.4% y 15.7 %, y para el heno fue de 6.6% y 6.9 % para los periodos 1 y 2 respectivamente.

IX. DISCUSIÓN

9.1. Ganancia Diaria de Peso

Como se planteó en la hipótesis, la sustitución de la leche por suero de quesería fermentado con lactobacilos, no afectó las GDP promoviendo ganancias iguales a las del AR, con un consumo asignado de 37 % menos leche que la consumida por los becerros en AR. Al respecto, Montero y cól. (2002) encontraron GDP similares a las obtenidas en el presente trabajo, concluyendo que se puede ahorrar un 25% de la leche que consume el becerro, sin detrimento en las GDP; mencionando también, que el consumo de suero de leche o suero fermentado no mejoró las GDP sino que sustituyó al consumo de forraje o de concentrado (15).

En cuanto a la evaluación de las distintas modalidades que existen de AR y su comparación con la CA, la literatura informa de GDP superiores a las del presente estudio, pero es indudable que esto está relacionado a que comúnmente el amamantamiento se realizó dos veces al día o con cantidades de leche superiores. Al respecto, Mata (1990), evaluando diferentes sistemas de AR, obtuvo GDP de 0.765 kg, con un consumo de 6.9 kg de leche (41), mientras que Díaz (1991), comparando CA y dos modalidades de AR, registró GDP 0.789, 0.947 y 0.878 kg, con consumos de 6, 5 y 6.2 kg de leche (42), por lo que a mayores cantidades de leche consumida hay mayor GDP, aunque éstas no dependen solamente del consumo de leche (8, 9, 43, 44). Sanh *et al* (1995, 1997), comparando crianza artificial y amamantamiento restringido, concluyeron que la GDP superior observada en los becerros de AR se debió al contenido de grasa en la leche consumida (28, 29); mencionan además, las ventajas que tiene el amamantar directamente de la ubre de la vaca, como sería el que la leche no se contamina con el medio ambiente y es tomada a la temperatura normal de la vaca. Además, los becerros amamantados en condiciones naturales aprovechan mejor la energía y la proteína, ya que esta pasa directamente al abomaso, cosa que no sucede al amamantarlos artificialmente, donde ocasionalmente la leche pasa al rumen pudiendo originar problemas digestivos, además de provocar una menor eficiencia en su digestión. Se menciona que el alimentar con mamila, disminuye la secreción de saliva producida, lo que ocasiona que menor cantidad de enzimas contenidas en ella, sean utilizadas en la digestión de los alimentos (14). Con relación a la grasa presente en la leche, en el presente

experimento el contenido de grasa fue mayor en la leche consumida en AR, pero esto no influyó positivamente a la GDP.

9.2. Consumo de concentrado

La inclusión de concentrado a una dieta básica de leche y forraje, tiende a aumentar las GDP. Sin el concentrado, las GDP se mantienen bajas, aún cuando se suministre más leche. Por esto, la adaptación de los becerros a raciones que contengan alimento lácteo, concentrado y fibra, influyen decisivamente en el consumo voluntario antes y después de la crianza y por ende, en las GDP. Además, el consumo de alimentos sólidos a partir de las primeras dos a tres semanas de vida promueve el desarrollo de los pre-estómagos y mejora considerablemente las GDP en los primeros tres a cuatro meses de vida (11). En el caso del presente estudio, la diferencia en consumo de concentrado en el periodo 1, pudo atribuirse a que los becerros de CA, por tener una menor ingestión de nutrientes a partir de la leche, buscaron compensar ese déficit con nutrientes provenientes de otro alimento, en este caso, el concentrado, lo que limitó inclusive, el consumo de heno (30). Sin embargo, aunque los becerros de AR consumieron menos concentrado, esto no provocó menores GDP, ni disminuyó el consumo de heno. Alonso (2002), bajo condiciones similares a las del presente estudio, registró consumos de concentrado mayores a 1 kg/becerro/día y obtuvo GDP similares a las del presente experimento (25), lo que sugiere que cuando la leche y el forraje fresco o heno sean de buena calidad, las GDP no se verán afectadas al consumir cantidades menores de concentrado en la dieta. En el periodo 2 la calidad del suero fue superior al del primer periodo, lo cual pudo ocasionar una disminución en el consumo de materia seca del concentrado y del heno. Montero *et al* (2001), mencionan en su investigación, que el mayor consumo de concentrado se debió a un menor consumo de leche porque los becerros trataron de compensar los nutrientes faltantes con concentrado, sin que el consumo de suero fermentado interfiriera (20), lo que lleva a pensar que es posible ofrecer mayor cantidad de suero que la asignada en este trabajo.

9.3. Consumo de heno

Uno de los objetivos de la alimentación durante la crianza del becerro, es reducir al máximo el tiempo de transición entre sus fases de no rumiante a rumiante, por lo que la inclusión en la dieta de alimento sólido es importante ya que estimula el ritmo de desarrollo de la capacidad y la funcionalidad de los pre-estómagos (14).

La diferencia en consumo de heno encontrada en el presente estudio pudo haber estado relacionada con la calidad nutritiva de la leche y del suero, así como la del concentrado consumido por los becerros. Sin embargo, el comportamiento en el consumo no fue igual en los dos periodos. Rojas (1992), menciona que el consumo de forraje se incrementa cuando la calidad de este es baja; además, cuando la digestibilidad de este es alta, existe un efecto depresivo en el consumo de concentrado (14). Alonso (2002), en condiciones similares registró consumos de 0.592 kg/día y obtuvo GDP similares a este trabajo (25).

Por otro lado, la diferencia en el consumo pudo estar dada por una baja calidad del heno o posiblemente a la forma física en que este se proporcionó. Plaza *et al* (1983, 1984, 1990), mencionan que los resultados obtenidos en estudios con diferente nivel de heno administrado en becerros lactantes, indican que cuando se suministra concentrado y heno por separado y a voluntad, los terneros tienden a consumir mas concentrado y menos heno, mientras que cuando se da el heno molido y este forma parte de la ración integral, el animal pudiera regular el consumo de concentrado e incrementar el de heno, mejorándose así la eficiencia de uso del alimento (21, 22, 23). En el presente estudio el heno durante el periodo 1 fue ofrecido con un tamaño aproximado de 10 cm, mientras que en el periodo 2 se dio en greña, por lo que se cree que el consumo en este periodo pudo disminuir. Con base en lo anterior, es recomendable que en próximos estudios se tome en consideración la forma física en la que suministra el heno, inclusive la mezcla con concentrado.

9.4. Consumo de leche

En cualquiera de los sistemas de crianza probados, el periodo crítico para los becerros es entre las dos y tres semanas de edad, y por eso, el consumo de leche, sustituto de leche o ambos, debe ser su principal fuente de nutrientes (11, 14).

El nivel de restricción en el consumo de leche por el becerro está dado por la cantidad de leche ordeñada o la frecuencia de estímulo del becerro. En el presente trabajo, el estímulo del becerro utilizado para restringir el consumo de leche consistió en sólo acercarle el becerro a la vaca durante el ordeño. En comparación, Tesorero *et al* (2001), encontraron que cuando no se presentó el estímulo antes del ordeño, la leche consumida por el becerro fue de 2.9 kg/día, mientras que cuando se estimuló dos veces al día, éste disminuyó a 1.7 kg/día (31).

Por otro lado, cuanto más frecuente y de mayor duración es el amamantamiento, el becerro tiende a consumir más leche (5, 6, 8, 27, 32). Fernández *et al* (1977), mencionan que la cantidad de leche consumida por el becerro es realmente independiente del potencial de producción de leche para la venta de la madre (45). Gaya *et al* (1977) encontraron que la cantidad de leche consumida, cuando los becerros mamaron dos veces al día, fue superior a cuando se permitió un solo amamantamiento (3.98 vs 2.0 kg/día) (7). En la presente investigación en la medida que se realizó la restricción, disminuyó el consumo de leche, de tal forma que el becerro consumió diariamente 5.8 kg de leche durante el primer mes, cuando mamó dos veces al día, y disminuyó en promedio a 3.5 kg durante el resto de la crianza, cuando sólo se permitió un amamantamiento.

En los sistemas de AR, los becerros obtienen la leche residual de la ubre de las vacas, la cual contiene mayor cantidad de grasa en comparación con la leche ordeñada que se da a los becerros de CA, de tal forma que, a igual consumo de leche, la GDP es mayor en AR (28, 29). Sin embargo, esto no se observó en el presente experimento. Los resultados arrojados por el análisis de la leche no mostraron diferencia entre la leche ordeñada, dirigida a la alimentación de los becerros en CA, y la leche de un cuarto más la residual, asignada para el becerro en AR, lo que pudo originar esta situación. Aunado a esto, la condición de que en el periodo 2, fueron vaquillas de primer parto, quizá determinó que la leche fuera de menor calidad.

9.5. Consumo de suero

Thivend (1977), mencionó que los becerros en crecimiento son capaces de absorber del 30% al 50 % del total de MS consumida, estimando un consumo de 12 a 15 litros de suero fresco/100 kg PV (16). En el presente experimento, el consumo de suero en el cuarto mes fue equivalente a de 5.7 litros/100 kg de PV, lo que hace suponer, que si se hubiese dejado a los becerros consumir más suero, se podrían haber aumentado las GDP en la CA. En el presente estudio, la sustitución total de la leche en CA a partir de los 90 días, no tuvo influencia sobre las GDP entre los 91 y 120 días, las cuales fueron similares a las del AR. Se debe considerar, que durante el primer mes de vida se aseguró el bienestar del becerro administrando leche entera.

9.6. Producción de leche

9.6.1. Leche ordeñada

La presencia del becerro es un factor importante para el rendimiento de la leche. Ugarte y col. (1975), mencionaron del AR que durante las primeras 10 semanas la leche producida en el ordeño fue menor en las vacas que amamantaban sus terneros (6). Por el contrario, Sanh *et al* (1995, 1997), en vacas *Bos taurus* y *Bos indicus*, encontraron que las vacas de AR tenían un promedio diario de producción de leche 20 a 37% superior a las vacas de CA (28, 29). Ambas situaciones, no coinciden con lo encontrado en este estudio, pues no se presentaron diferencias estadísticas para la leche ordeñada.

Tesorero *et al* (2001), mencionaron que un efecto del AR, fue el cambio positivo en los componentes de la leche, beneficiando al productor, ya que estaría disponible para la venta mayor cantidad de leche con alto contenido de grasa, pero con efectos negativos sobre el crecimiento del becerro (31). Por el contrario, en el presente trabajo, donde el estímulo de la vaca por el becerro fue igual en ambos tratamientos y propició que la cantidad de leche ordeñada fuera igual, la composición de la leche destinada al consumo del becerro (leche de un cuarto mas la leche residual de los otros tres), fue superior a la composición de la leche ordeñada.

9.6.2. Producción total

En los sistemas de doble propósito con crianza bajo AR, para estimar la producción total de leche de las vacas, se considera la leche ordeñada mas la leche consumida por el becerro. En el presente experimento, aunque no hubo diferencia significativa para la leche ordeñada, al sustraer la leche consumida por el becerro en CA, la leche para la venta fue inferior a la de AR en 204 y 465 kg para el primero y segundo periodo, respectivamente. Esto coincide con Álvarez *et al* (1980), quienes encontraron una disminución de leche para la venta de 360 kg, que fueron usados para alimentar a los becerros en CA (5).

El becerro al momento de amamantarse, apoya o estimula directamente la ubre de la vaca, lo que ocasiona que la producción de leche aumente (8, 9, 24, 28, 29, 31, 33, 41, 42, 43). Ugarte y col. (1972), mencionaron que la producción de leche es continua y cesa cuando la presión intramamaria está al máximo, (26). Por lo tanto, al terminar el ordeño y disminuir la presión, se inicia de nuevo la secreción de leche, lo que sugiere que la cantidad disponible para el becerro, la cual sólo puede obtener amamantándose, estaría en función

del tiempo entre la terminación del ordeño y el inicio del amamantamiento. Margerison *et al* (2002), mencionaron que el incremento en la producción de leche total cuando la crianza es por AR, se debe probablemente a un estímulo que produce como resultado un completo vaciado de la ubre o a un incremento en la producción de oxitocina por la vaca (33). Coulibaly *et al* (1998), concluyeron que el tipo de amamantamiento no tuvo efecto en la producción de leche a los 120 días (27).

X. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permitieron concluir lo siguiente:

- Las GDP de los becerros de la CA fueron similares a las de aquellos que recibieron el AR.
- Las vacas en AR produjeron 28 y 108 % más leche para la venta que las de CA, en los periodos 1 y 2 respectivamente, debido probablemente al estímulo directo del becerro mediante el amamantamiento.
- En la práctica, la asignación de parte de la leche ordeñada a la alimentación del becerro criado artificialmente se traduciría en un ingreso menor para el productor.
- Por lo tanto, los resultados indican que criar artificialmente becerros mediante el uso de suero de quesería fermentado con lactobacilos es factible en condiciones donde no se requiera el estímulo directo del becerro.
- Finalmente, a manera de recomendación, existe la posibilidad de reducir el tiempo de alimentación con leche, aumentando a la vez las cantidades de suero a consumir, lo cual incrementaría la leche ordeñada para la venta y las ganancias de peso de los becerros criados artificialmente. Aunado a esto, el estímulo del becerro en la CA podría pasar del estímulo visual aquí empleado, al estímulo físico directo sobre la ubre, permitiendo que el becerro se amamantara al inicio del ordeño, con el fin de estimular realmente la bajada de leche de la vaca. La aplicación de oxitocina podría ser otra vía para incrementar la producción de leche ordeñada cuando fuese muy difícil el apoyo con becerro durante el ordeño mecánico. Empero, esto implica el desarrollo futuro de experimentos para probar dicha hipótesis.

XI. LITERATURA CITADA

1. FIRA, Oportunidades de desarrollo de la industria de la Carne de Bovino en México. Una estrategia de reconversión. Boletín Informativo No 312, Vol. XXXII. 1999.
2. FIRA, Tendencia y oportunidades de desarrollo de la red leche en México. Boletín Informativo No 317, Vol. XXXIII 2001.
3. Ramos VA. Sistemas de producción bovina en cuatro municipios del Estado de Veracruz (tesis de licenciatura). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, 1983.
4. González OA, Jáimes VA. Crianza de becerros - as del sistema 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.
5. Álvarez FJ, Saucedo G, Arriaga A, Preston TR. Effect on milk production and calf performance of milking cross bred European/Zebu cattle in the absence or presence of the calf, and of rearing their calves artificially. Trop Anim Prod 1980;5(1):25-37.
6. Ugarte J, Preston TR. Amamantamiento restringido VI. Efecto sobre la producción de leche, comportamiento reproductivo e incidencia de mastitis clínica a través de la lactancia. Rev Cubana Cienc Agric 1975;9(1):17-28.
7. Gaya H, Hulman B, Preston TR. Effect of two methods of restricted suckling on performance of the cows and on growth rate of the calves. Trop Anim Prod 1977;3:118-124.
8. Teeluck JB, Hulman B, Preston TR. Effect of milking in combination with restricted suckling on milk yield and calf performance. Trop Anim Prod 1981;6(2):138-145.
9. Galindo AB. Crecimiento de becerros de cruce terminal bajo 3 modalidades de amamantamiento restringido en un sistema de doble propósito (tesis de licenciatura). Oaxaca de Juárez (Oaxaca) México: Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, EMVZ, 2000.
10. Plaza J, Fernández E. Efecto de la sustitución de leche íntegra por reemplazador lechero (RL) en el comportamiento de los terneros. Rev Cubana Cienc Agric 1994;28(1):51-57.

11. Plaza J, Hernández JL. Efecto del sistema de alimentación en el comportamiento de los terneros. *Rev Cubana Cienc Agric* 1994;28(2):175-180.
12. Plaza J, Fernández JL. Crianza artificial de terneros en fincas lecheras. *Rev Cubana Cienc Agric* 1997;31(1):23-27.
13. Gnanasekar R, Balaraman N. Utilization of whey in dairy rations-a review. *Indian J Dairy Sci* 2001;54(3):118-128.
14. Rojas BA. Alimentación y manejo de terneras de lechería. 1ª ed. San José, C. R: Editorial de la Universidad de Costa Rica, 1992.
15. Montero LM. Preservación de suero de leche con Lactobacilos para la alimentación de becerros. Campo experimental La Posta: Paso del Toro (Veracruz).México: INIFAP, 2002.
16. Thivend P. Use of whey in feeding ruminants. *World Animal Review* 1977;(23):20-24.
17. Wilcox C, Van Horn HH. Large Dairy Herd Management. Florida, 1978.
18. Madrid A. Manual de Tecnología Quesera. Madrid España, AMV Ediciones, 1990.
19. Succi G. La utilización del suero lácteo en la alimentación bovina. *Bayvet, La realidad en veterinaria* 2002;5(6):5-7.
20. 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.
21. Plaza J, Elías A, Ruiz R. Efecto del nivel de heno en el desarrollo ruminal del ternero. *Rev Cubana Cienc Agric* 1983;17(1):35-42.
22. Plaza J, Ruiz R, Elías A. Efecto del nivel y la forma física del alimento fibroso en el comportamiento de los terneros. *Rev Cubana Cienc Agric* 1984;18(2):137-147.
23. Plaza J, Fernández E, Merino N, Rodríguez ME, Peraza R. Efecto del nivel de heno molido en concentrados de inicio en el comportamiento de terneros. *Rev Cubana Cienc Agric* 1990;24(3):289-294.
24. 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 (D F) México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de medicina Veterinaria y Zootecnia, 2002.
25. Alonso PR. Efecto del pastoreo o estabulación sobre las Ganancias Diarias 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 del Estado de México, 2002.
 26. Ugarte J, Preston TR. Amamantamiento Restringido 2. Efecto del intervalo de tiempo entre el ordeño y el amamantamiento sobre la producción de leche y comportamiento del ternero. *Rev Cubana Cienc Agric* 1972;6(3):351-366.
 27. Coulibaly M, Nialibouly O. Effect of suckling regime on calf growth, milk production and offtake of zebu cattle in Mali. *Tropical Animal Health and Production* 1998;30(3):179-189.
 28. Sanh MV, Preston TR, Fajersson P. Effects of restricted suckling versus artificial rearing on performance and fertility of *Bos taurus* and *Bos indicus* cows and calves in Tanzania. *Livestock Research for Rural Development* 1995;6(3):1-13.
 29. 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.
 30. Hernández M, Gabaldón L, Combellas J. Influence of restricted suckling period on milk yield of *Bos taurus* x *Bos indicus* cows and liveweight change of calves. *Livestock Research for Rural Development* 1999;11(2).
 31. Tesorero M, Combellas J, Uzcátegui W, Gabaldón L. Influence of suckling before milking of yield and composition of milk from dual purpose cows with restricted suckling. *Livestock Research for Rural Development* 2001;13(1).
 32. Ugarte J, Preston TR. Amamantamiento restringido I. efectos sobre la producción de leche y desarrollo del ternero del amamantamiento una o dos veces al día. *Rev Cubana Cienc Agric* 1972;6:185.
 33. Margerison JK, Preston TR, P. C. Restricted suckling of tropical dairy cows by their own calf or other cows calves. *J Anim Sci* 2002; 80:1663-1670.

34. Cázares CP. Evaluación de dos sistemas de crianza de becerros con ganado bovino de doble propósito en el estado de Veracruz (tesis de licenciatura). Tuxpam (Veracruz) México: Universidad Veracruzana, FMVZ, 1992.
35. 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: Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, 1996.
36. 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 (Oaxaca) México: Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 2002.
37. García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 2ª. reimpresión. México, D F, Instituto de Geografía, UNAM, 1981.
38. AOAC., Official Methods of Analysis Association Agricultural Chemist. Washington, D.C. 1988.
Plaza J, Elías A, Ruiz R. Efecto del nivel de heno en el desarrollo ruminal del ternero. Rev Cubana Cienc Agric 1983;17(1):35-42.
39. Steel HD, Torrie JD. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach. New York, USA: John Wiley and Sons, 1980.
40. SAS. User's Guide: Statistics (computer program) versión 6.0. Institute Inc.: Cary, North Carolina, USA, 1988.
41. Mata VL. Evaluación de dos sistemas de Amamantamiento de becerros 3/4 y 5/8 Holstein-Cebú bajo pastoreo en el trópico húmedo (tesis de licenciatura). Tuxpam (Veracruz) México: Universidad Veracruzana, FMVZ, 1990.
42. Díaz RH. Evaluación de tres sistemas de crianza de becerros 3/4 y 5/8 Holstein-Cebú bajo pastoreo en el trópico húmedo (tesis de licenciatura). Veracruz (Veracruz) México: Universidad veracruzana, FMVZ, 1991.
43. García CJ, Livas CF, Marín MBI, 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 (DF): Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC, 2000:183-185.
44. 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):271-276.
45. Fernández A, MacLeod NA, Preston TR. Relationships between milk production and calf growth in a dual purpose herd. *Trop Anim Prod* 1977;2(1):49-55.

Cuadro 1. Peso al nacer y promedio de ganancia diaria de peso de becerros bajo dos modalidades de crianza, nacidos en dos épocas distintas, en un hato de doble propósito del trópico húmedo.

Periodo	Tratamiento	Peso al nacer (kg ± E.E.)	Ganancia de peso (kg ± E.E.)
1	Crianza artificial	33.0 ± 1.13	0.535 ± 0.032 ^a
	Amamantamiento restringido	33.8 ± 1.71	0.494 ± 0.031 ^a
2	Crianza artificial	31.4 ± 1.12	0.446 ± 0.036 ^a
	Amamantamiento restringido	32.7 ± 2.94	0.497 ± 0.039 ^a

^a Dentro de periodo, misma literal indica ausencia de significancia estadística (P<0.05).

Cuadro 2. Consumo de concentrado y heno (kg MS/día) por becerros criados artificialmente o con amamantamiento restringido en un hato de doble propósito del trópico húmedo.

Periodo	Tratamiento	Consumo	
		Concentrado (kg ± E.E.)	Heno (kg ± E.E.)
1	Crianza artificial	0.801 ± 0.043 ^a	0.705 ± 0.053 ^a
	Amamantamiento restringido	0.586 ± 0.043 ^b	0.348 ± 0.053 ^b
2	Crianza artificial	0.649 ± 0.050 ^a	0.401 ± 0.063 ^a
	Amamantamiento restringido	0.704 ± 0.050 ^a	0.627 ± 0.063 ^b

^a Dentro de periodo, distinta literal indica diferencia estadística significativa (P<0.05).

Cuadro 3. Promedio de consumo de leche por becerros criados artificialmente o con amamantamiento restringido en un hato de doble propósito del trópico húmedo.

Tratamiento	Periodo	Horario	Meses de edad			
			1	2	3	4
Crianza artificial	1 y 2	AM	2.50	3.25	1.75	0.00
		PM	2.50	-----	-----	-----
Amamantamiento restringido	1	AM	3.50	3.50	3.50	3.50
		PM	2.30	-----	-----	-----
	2	AM	3.30	3.30	3.30	3.30
		PM	2.30	-----	-----	-----

Cuadro 4. Producción y destino de la leche (kg/120 días) de vacas F1 (Holstein x Cebú) cuyos becerros fueron criados artificialmente o con amamantamiento restringido en un hato de doble propósito del trópico húmedo.

Periodo	Tratamiento	Kg de leche en 120 días		
		Ordeñada (kg ± E.E.)	Consumo/becerro (kg ± E.E.)	Para venta
1	Crianza artificial	994 ± 73 ^a	277	717
	Amamantamiento restringido	921 ± 68 ^a	448 ± 0.2	921
2	Crianza artificial	706 ± 84 ^a	277	429
	Amamantamiento restringido	894 ± 85 ^a	425 ± 0.3	894

^a Dentro de periodo, misma literal indica ausencia de significancia estadística (P<0.05).

Cuadro 5. Composición en base fresca de leche y suero en los dos periodos experimentales.

Periodo	Producto	Materia Seca (%)	Grasa (%)	Sólidos no grasos (%)	Proteína cruda (%)	Lactosa (%)	Energía Metabolizable (kcal)
1	Leche ordeñada	11.02	3.13	7.89	2.87	4.39	2488
	Leche residual	11.68	3.34	8.32	3.00	4.67	2787
	Suero	5.83	0.97	4.86	0.66	3.95	1138
2	Leche ordeñada	9.70	3.09	6.61	2.05	4.30	2312
	Suero	6.49	1.08	5.41	0.92	4.20	1283

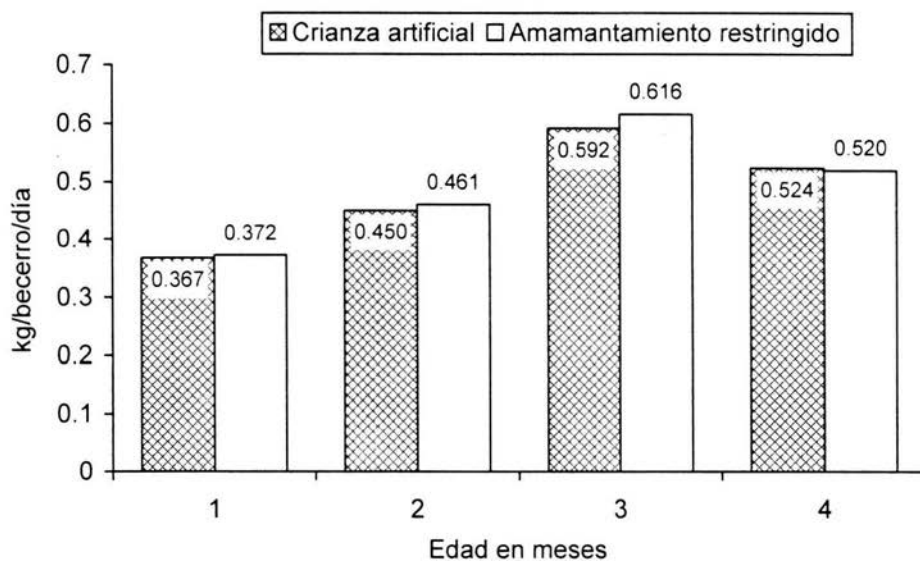


Figura 1. Ganancia de peso de los becerros bajo dos modalidades de crianza, en un hato de doble propósito en el trópico húmedo.

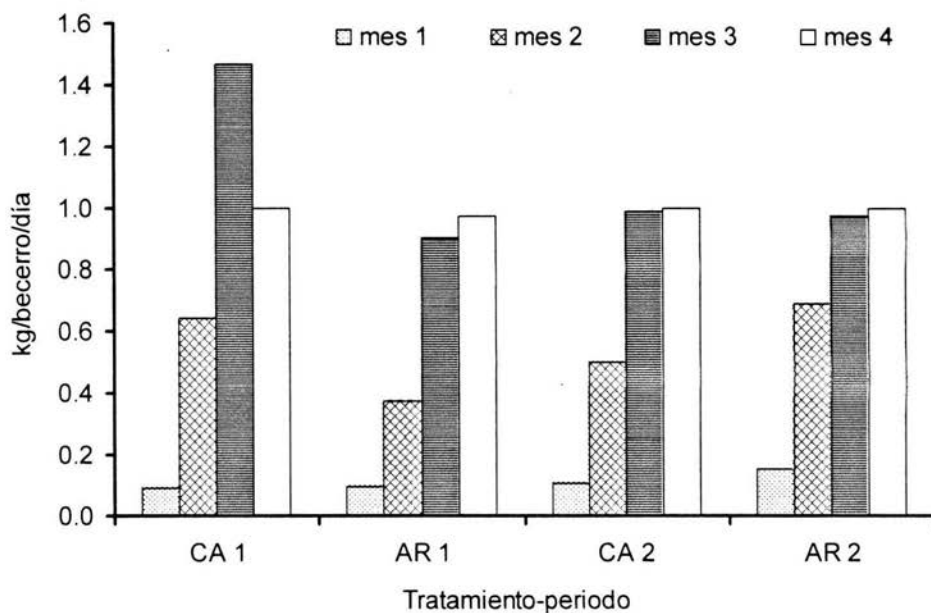


Figura 2. Efecto de la crianza artificial y el amamantamiento restringido sobre el consumo de concentrado de becerros de cruce terminal en un hato de doble propósito del trópico húmedo.

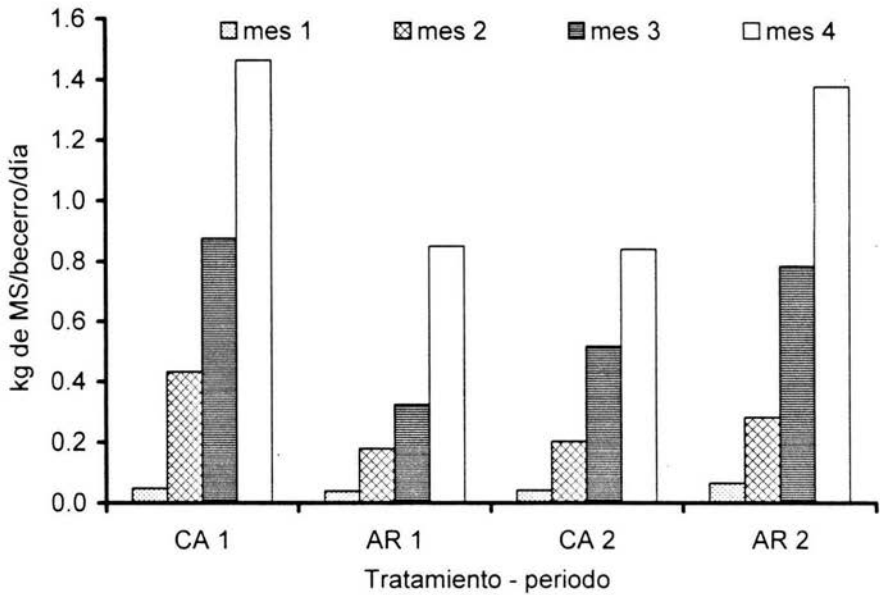


Figura 3. Efecto de la crianza artificial y el amamantamiento restringido sobre el consumo de heno por becerros de cruce terminal en un hato de doble propósito del trópico húmedo.

APÉNDICE "A"

Cuadro A1. Análisis de varianza de la ganancia diaria de peso de los becerros bajo dos sistemas de crianza en el trópico húmedo.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Sumas de cuadrados tipo 3	Cuadrados medios	F	P>F
Época	1	0.00572180	0.00572180	1.04	0.3225
Tratamiento	1	0.00017658	0.00017658	0.03	0.8600
Época * Tratamiento	1	0.01178137	0.01178137	2.14	0.1619
Sexo	1	0.00089230	0.00089230	0.16	0.6924
Número de lactancias	1	0.00403652	0.00403652	0.73	0.4039
Peso al nacer	1	0.00043698	0.00043698	0.08	0.7816

Cuadro A2. Análisis de varianza del consumo de concentrado en becerros bajo dos sistemas de crianza

Fuentes de variación	Grados de libertad	Sumas de Cuadrados tipo 3	Cuadrados medios	F	P>F
Época	1	0.00527483	0.00527483	0.13	0.7152
Tratamiento	1	0.11564184	0.11564184	2.94	0.0911
Época * Tratamiento	1	0.32900466	0.32900466	8.38	0.0052*
Edad	3	9.76714870	3.25571623	82.91	0.0001**
Época * Edad	3	0.22187030	0.07395677	1.88	0.1416
Tratamiento * Edad	3	0.26781424	0.08927141	2.27	0.0888
Época * Trat * Edad	3	0.26428180	0.08809393	2.24	0.0921*

Cuadro A3. Análisis de varianza del consumo de heno en becerros bajo dos sistemas de crianza

Fuentes de variación	Grados de libertad	Sumas de cuadrados tipo 3	Cuadrados medios	F	P>F
Época	1	0.00287352	0.00287352	0.05	0.8297
Tratamiento	1	0.07601773	0.07601773	1.23	0.2709
Época * Tratamiento	1	1.53336152	1.53336152	24.89	0.0001**
Edad	3	13.18237806	4.39412402	71.34	0.0001**
Época * Edad	3	0.03910907	0.01303636	0.21	0.8880
Tratamiento * Edad	3	0.05074893	0.01691631	0.27	0.8435
Época * Trat * Edad	3	0.86417834	0.28805945	4.68	0.0052

Cuadro A4. Análisis de varianza de producción de leche para la venta

Fuentes de variación	Grados de libertad	Sumas de cuadrados tipo 3	Cuadrados medios	F	P>F
Época	1	73776.7818	73776.7818	2.86	0.1104
Tratamiento	1	16100.1305	16100.1305	0.62	0.4413
Época * Tratamiento	1	86651.7239	86651.7239	3.36	0.0857
Sexo	1	4945.3266	4945.3266	0.19	0.6675
No. lactancia	1	174632.7229	174632.7229	6.76	0.0193