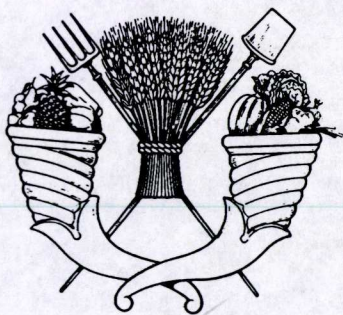




UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

**SUSTITUTOS DE LECHE CON DIFERENTES FUENTES DE PROTEÍNA EN LA
CRIANZA COMERCIAL DE BECERROS HOLSTEIN**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE :

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL

PRESENTA :

MARIO FELIPE DE JESÚS ALVARADO ALVARADO



**DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES**

**AGOSTO DEL 2001
Chapingo, Estado de México.**

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. C.

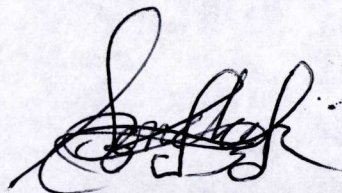
961491

SUSTITUTOS DE LECHE CON DIFERENTES FUENTES DE PROTEINA EN LA CRIANZA COMERCIAL DE BECERROS HOLSTEIN

Tesis realizada por Mario Felipe de Jesús Alvarado Alvarado bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

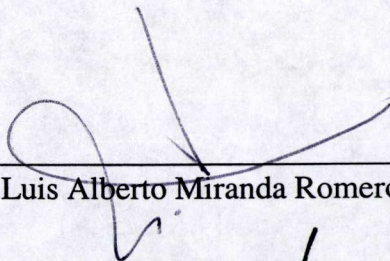
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL

DIRECTOR



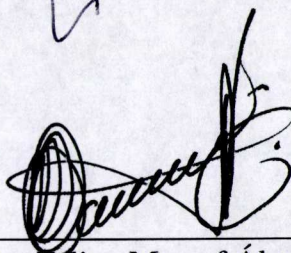
M.C. Carlos Sánchez del Real

ASESOR



Dr. Luis Alberto Miranda Romero

ASESOR



Dr. Carlos Felino Marcof Álvarez

SUSTITUTOS DE LECHE CON DIFERENTES FUENTES DE PROTEINA EN LA CRIANZA COMERCIAL DE BECERROS HOLSTEIN

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de Mario Felipe de Jesús Alvarado Alvarado autor de la presente Tesis de Maestría en Ciencias en Producción Animal estuvo constituido por:

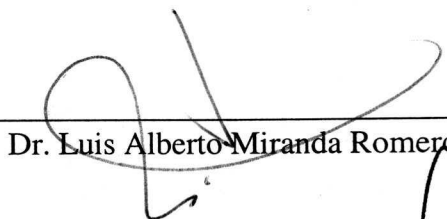
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL

PRESIDENTE



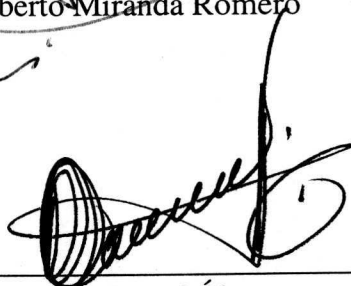
M.C. Carlos Sánchez del Real

ASESOR



Dr. Luis Alberto Miranda Romero

ASESOR



Dr. Carlos Felino Marcof Álvarez

DEDICATORIA

A ti Dios, por enseñarme la Luz y entender el mensaje de que nunca es tarde para lograr un propósito.

A mi madre:

Feliciano Alvarado Meráz, por su infinito amor y abnegación

A mi esposa:

Paty, por su apoyo y comprensión con todo mi amor por siempre.

A mis hijos:

Paty, Mario, Gisela y Mayela, motivos para seguirme superando.

A mis hermanos:

Francisco, Gloria y Roberto, gracias por su apoyo.

AGRADECIMIENTOS

Al Postgrado en Producción Animal del Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, por el apoyo recibido para culminar una meta más en mi desarrollo profesional.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico otorgado para la realización de mis estudios de Maestría en Ciencias.

Al M.C. Carlos Sánchez del Real, por el apoyo desinteresado, al compartir sus valiosos conocimientos y experiencias, así como su dedicación en el desarrollo de esta investigación.

Al Dr. Luis Alberto Miranda y al Dr. Carlos Felino Marcof A., por sus atinadas observaciones y recomendaciones para mejorar esta investigación.

Al Ing. Oscar Almeraya Almeraya y el Ing. J. José Monroy M. por su gran apoyo en los trabajos de la presente investigación.

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos Generales:

Nombre: Mario Felipe de Jesús Alvarado Alvarado.

Lugar de origen: Texcoco, Estado de México.

Profesión: Ingeniero Agrónomo Zootecnista.

Cedula Profesional: 2892452

Formación académica:

Centro Escolar Netzahualcoyotl, Texcoco, México. (1962-1968).

Escuela Secundaria Federal Ignacio Ramírez, Texcoco, México. (1969-1971).

Preparatoria Agrícola de la Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México. (1972-1975).

Departamento de Zootecnia de la Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México. (1976-1979).

ABSTRACT

Alvarado A.M.F. de J., C. Sánchez del R., L. A. Miranda R. y C. F. Marcof A.

MILK REPLACE WITH DIFFERENTS SOURCE OF PROTEIN IN THE COMMERCIAL REARING OF DAIRY CALVES

Three protein sources were evaluated; milky, vegetal and animal, for milk replace (MR), in the raising of calves Holstein. Forty calves Holstein " calostrados " yearling of 3 to 8 days of age were used, which at random distributed to 5 treatments and two repetitions by processing. Two blocks according to the initial weight. The treatments were: whole milk (T1); MR with milky protein (T2); milky protein + protein of soya (T3); milky protein + plasma protein animal (T4) and milky serum protein + protein of soya (T5). The MR were offering 4 liters by yearling calf to the day as much of MR as of milk, concentrated and alfalfa hay and fresh water. The studied variables were daily gain of weight (DGW), consumption average of concentrated (AIC) and alfalfa (AIA), during the raising. The AIC of was 0.696, and 0.716 kg yearling calf⁻¹día⁻¹; being greater (P=0.0434) for T5 and T2 and minor for T1. The AIA was in average of 0.072 kg yearling calf⁻¹ day⁻¹, without difference (P=0.2945) between treatments. The DGW were growth (P=0.0301) for T4 and T1 (0.579 and 0.584 kg yearling calf⁻¹ day⁻¹) and minors for T3 and T5 (0.362 and 0.360 kg yearling calf⁻¹ day⁻¹).

Key words: protein, milk replace, raising, males, Holstein.

RESUMEN

Alvarado A. M. F. de J.; C. Sánchez del R., L. A. Miranda R. y C. F. Marcof A.

SUSTITUTOS DE LECHE CON DIFERENTES FUENTES DE PROTEÍNA EN LA CRIANZA COMERCIAL DE BECERROS HOLSTEIN

Se evaluaron tres fuentes de proteína (láctea, vegetal y animal), para sustitutos de leche, en la crianza de becerros Holstein. Se utilizaron 40 becerros Holstein "calostrados" de 3 a 8 días de edad, distribuidos al azar en 5 tratamientos y dos repeticiones por tratamiento, en bloques de acuerdo al peso inicial de los becerros. Los tratamientos fueron: leche entera (T1); sustituto de leche con proteína de origen lácteo (T2); proteína de origen lácteo + proteína de soya (T3); proteína de origen lácteo + proteína de plasma animal (T4) y proteína de suero lácteo + proteína de soya (T5). Se ofrecieron 4 litros por becerro al día tanto de sustituto como de leche, concentrado iniciador y alfalfa achicalada, agua limpia y fresca. Las variables estudiadas fueron ganancia diaria de peso (GDP), consumo promedio de concentrado (CPC) y alfalfa (CPA), en la crianza de 57 días. El CPC fue 0.696, 0.716 kg becerro⁻¹día⁻¹, mayor ($P=0.0434$) para T5 y T2. El CPA fue en promedio de 0.072 kg becerro⁻¹ día⁻¹, sin diferencia ($P=0.2945$) entre tratamientos. Las GDP fueron mayores ($P=0.0301$) para los becerros del T4 y T1 (0.579 y 0.584 kg becerro⁻¹ día⁻¹) y menores para T3 y T5 (0.362 y 0.360 kg becerro⁻¹ día⁻¹).

PALABRAS CLAVE: proteína, sustitutos, crianza, machos, Holstein.

CONTENIDO

	Pagina
INDICE DE CUADROS.....	iv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	2
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. Importancia de la actividad lechera.....	3
2.2. Producción de carne.....	3
2.3. Inventario ganadero.....	4
2.4. Sistemas de producción de leche en México.....	4
2.4.1. Sistema de producción Especializado o Tecnificado.....	5
2.4.2. Sistema de producción semitecnificado o familiar.....	5
2.4.3. Sistema de producción de Doble Propósito.....	5
2.5. Ternero prurumiante.....	6
2.5.1. Actividad enzimática.....	7
2.5.2. Manejo del ternero prurumiante.....	10
2.5.3. Enfermedades.....	11
2.5.4. Alimentación.....	12
2.5.5. Alternativas de Alimentación del ternero.....	12
2.5.5.1. Calostro.....	12
2.5.5.2. Leche.....	13
2.5.5.3. Sustitutos de leche.....	15
2.5.5.3.1. Clasificación.....	16
2.6. Concentrado iniciador.....	24

2.6.1. Forrajes	24
2.7. Destete.....	25
2.8. Alimentación Posdestete	26
III. HIPOTESIS.....	27
IV. MATERIALES Y METODOS.....	28
4.1. Localización.....	28
4.2. Duración.....	28
4.3. Tratamientos	28
4.4. Elaboración de sustitutos.....	29
4.5. Manejo alimenticio	29
4.6. Manejo de los becerros en crianza	33
4.7. Manejo posdestete de los becerros	34
4.8. Diseño experimental	34
4.9. Variables de respuesta.....	34
4.10. Análisis estadístico.....	36
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
5.1. Comportamiento durante la crianza	37
5.1.1. Consumo de concentrado iniciador	37
5.1.2. Consumo de alfalfa	40
5.1.3. Peso vivo.....	41
5.1.4. Ganancia diaria de peso	43
5.1.5. Incidencia de diarreas.....	47
5.2. Comportamiento posdestete	50
5.2.1. Consumo de concentrado	50
5.2.2. Consumo de alfalfa	51

5.2.3. Ganancia diaria de peso	51
5.2.4. Conversión alimenticia	51
5.3. Egresos económicos en fase de crianza.....	53
VI. CONCLUSIONES	57
VII. LITERATURA CITADA	58

INDICE DE CUADROS

	Pagina
Cuadro 1. Proporción del tejido del estomago de los bovinos del nacimiento a las 38 semanas de edad (Church, 1974).....	9
Cuadro 2. Volumen y peso libre de grasa del retículo-rumen, omaso y abomaso por unidad de peso corporal al nacimiento y 13 semanas de edad según la naturaleza de la dieta (Sidney, 1988).....	10
Cuadro 3. Efecto del nivel de fibra en el sustituto de leche sobre la ganancia de peso y la incidencia de diarreas en terneros.	21
Cuadro 4. Medicamentos utilizados en sustitutos de leche (Edwards, 1993)	23
Cuadro 5. Composición de leche entera y sustitutos de leche de los tratamientos.....	31
Cuadro 6. Composición del concentrado iniciador y alfalfa achicalada.....	32
Cuadro 7. Consumo de concentrado de machos Holstein durante la crianza, alimentados con leche entera o sustituto de leche.	39
Cuadro 8. Consumo de alfalfa de machos Holstein durante la crianza, alimentados con leche entera o sustituto de leche.....	41
Cuadro 9. Peso vivo de machos Holstein durante la crianza, alimentados con leche entera o sustituto de leche.	43
Cuadro 10. Ganancia diaria de peso de machos Holstein con sustituto con diferentes fuentes de proteína durante la crianza	47
Cuadro 11. Incidencia acumulada de diarreas por grado de gravedad en machos Holstein durante la crianza, alimentados con leche entera o sustituto de leche.....	49
Cuadro 12. Comportamiento de machos Holstein después del destete (semana 9- 12 de edad).	52

Cuadro 13. Egresos económicos durante la crianza de machos Holstein, alimentados con leche entera o sustituto de leche (por becerro a costo de abril de 1999).	55
--	----

I. INTRODUCCIÓN

En México hay 4.5 millones de cabezas de ganado bovino productor de leche; 600 mil son vacas Holstein especializadas. La tasa de parición anual es de 80 % y se estima una producción de 480 mil crías año⁻¹. La mitad de las crías son hembras para reemplazo y la otra mitad son machos. Estos últimos generalmente son sacrificados al nacimiento para cubrir la demanda de carne de ternera. Para el productor de leche, la venta de machos al nacimiento representa la opción más fácil para evitar el uso de 250 litros de leche entera en la crianza de estos machos, por lo que prefiere comercializar la leche directamente. Con esta practica se pierde la oportunidad de aprovechar el potencial cárnico que representan las 240 mil crías machos Holstein que se sacrifican al nacimiento cada año.

Se han realizado algunas investigaciones con la finalidad de implementar programas de recría en pastoreo de ganado (Abundez y Cornejo, 1993) o con la utilización de sustitutos de leche en becerros Holstein (Torres, 1988) para evitar al máximo el uso de leche entera (Edwards, 1996). Los sustitutos de leche representan una opción económica para obtener un comportamiento productivo y sobrevivencia de las crías semejantes a los que se obtienen con la leche entera. A pesar de esto, el comportamiento productivo de los becerros criados con sustituto de leche es muy variable, debido a la diversidad de los mismos en el mercado y a diferencias en los niveles y fuentes de nutrientes (proteína, grasa, medicamentos, etc.) que se utilizan en su formulación.

Las fuentes de proteína que se pueden utilizar en la elaboración de sustitutos de leche se agrupan en tres categorías: a) Recomendables: concentrado de proteína de suero de

queso seco, leche descremada seca, caseína, suero seco, producto de suero seco, proteína aislada de soya, concentrado de proteína de soya, proteína de trigo modificada, b) Aceptable: harina de soya y plasma animal, c) No recomendable: solubles de carne, concentrado de proteína de pescado, harina de trigo.

La utilización de fuentes alternativas de proteína en sustitutos de leche, obedece y es justificable en virtud a que el plasma animal es una fuente de proteína económica y que por su alta digestibilidad y favorable perfil de aminoácidos se pueden obtener resultados similares a los obtenidos con proteína láctea, no así para las de origen vegetal como la soya, que tiene una baja digestibilidad en comparación con fuentes proteicas de origen lácteo o animal, lo que se traduce en una menor ganancia de peso y eficiencia.

OBJETIVOS

Evaluar fuentes de proteína láctea, proteína de plasma animal y proteína vegetal de soya, en sustitutos de leche para la crianza comercial de becerros Holstein.

Evaluar el comportamiento productivo y económico de becerros Holstein durante la crianza con sustituto de leche con diferentes fuentes de proteína

Evaluar el efecto residual durante un mes postdestete del uso de sustitutos de leche en la crianza comercial de becerros Holstein.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Importancia de la actividad lechera

La actividad lechera es la segunda en importancia dentro del subsector ganadero, ya que contribuye con 23% del valor de la producción; además, es la fuente principal de proteína animal del país, por lo que las tendencias en esta actividad se han encaminado también a fomentar la producción de leche para satisfacer la demanda interna (Álvarez, 1998).

La actividad lechera representa uno de los pilares de mayor importancia en el ámbito mundial, ya que es una fuente generadora de alimentos tanto de carne como de leche. Según datos de la Cámara Nacional de Industriales de la Leche (CNIDL, 1997), hasta 1996 se contaba con una producción mundial de 451 200 000 t de leche, siendo los Estados Unidos de Norteamérica el mayor productor con un 15.2%. Nuestro país se ubica como uno de los de más baja producción con el 1.7%.

La producción nacional acumulada de leche con datos a enero de 1998 es de aproximadamente 7 748 100 t de leche, con un incremento del 3.4% con respecto a 1996 que fue de 7 586 422 t de leche de bovino (CANACINTRA, 1997; SAGAR, 1998). El consumo nacional aparente fue, con datos a diciembre de 1996, de 10 700 000 t lo que demuestra que se tuvo que importar 3 113 578 t año⁻¹ (CNIDL, 1997; CNG, 1997).

2.2. Producción de carne

La producción de carne proveniente de las razas lecheras es de las más importantes en cuanto al abasto se refiere. Preston y Willis (1974) mencionan que en el Reino Unido y

otros países europeos, del 40 al 50% del ganado sacrificado para abasto de carne proviene de razas lecheras. También en Israel y en Estados Unidos del 15 al 20% de la carne procede de razas lecheras. En México este dato específico para ganado lechero para abasto de carne se desconoce debido a que no se cuenta con información confiable y principalmente a que en la mayoría de las explotaciones lecheras los becerros recién nacidos son enviados al rastro para su matanza. Son pocas las explotaciones que tienen un programa de recría de machos, debido al alto costo de crianza y al elevado porcentaje de mortalidad (20-25% (Preston y Willis, 1974; González y Aluja, 1990). La comercialización de la leche que potencialmente puede usarse para la alimentación de las crías es mas beneficio para el productor lo cual se reflejara en una mayor solvencia económica.

2.3. Inventario ganadero

En lo que se refiere al hato nacional, el número total de vientres con datos a diciembre de 1995 fue de 4 500 000 cabezas y los estados más productores son Jalisco, Veracruz y Coahuila (CNIDL, 1997).

2.4. Sistemas de producción de leche en México

Las condiciones climáticas heterogéneas que presenta el país han determinado que la producción de leche en México presente notables diferencias en cuanto a los sistemas de producción, lo que va desde las formas de producir, nivel tecnológico, así como la interacción con otros factores como la agroindustria. Las unidades de producción lechera se encuentran agrupadas en los siguientes tipos de explotaciones de acuerdo al grado de tecnificación (CNIDL, 1997):

2.4.1. Sistema de producción Especializado o Tecnificado

Se encuentra localizada en cuencas y zonas especializadas del norte y centro del país incluyendo regiones como Tijuana, la Laguna, Querétaro, Tlaxcala, Guanajuato, Aguascalientes, Hidalgo, Estado de México y Jalisco. Presenta características propias de mayor tecnificación y especialización y de modernización de la infraestructura con la explotación de ganado especializado de la raza Holstein en condiciones de estabulación, hatos desde 100 a más de 1000 cabezas y una alimentación balanceada (Álvarez, 1998; Zavala, 2000).

2.4.2. Sistema de producción semitecnificado o familiar

Con infraestructura y equipo poco tecnificado, ganado especializado con cruza de Holstein, pardo suizo y criollo, semiestabulado, manejo familiar, con tamaños del hato menores a 100 cabezas, consumo de alimento balanceado en forma estacional, propio de las zonas templadas del centro occidental y norte como Aguascalientes y Jalisco (Álvarez, 1998; Zavala, 2000).

2.4.3. Sistema de producción de Doble Propósito

Con infraestructura y equipo mínimo, ganado cruzado con criollo y pardo suizo en pastoreo, ordeña en forma estacional, propio de las regiones húmedas, semicalidas y secas del trópico mexicano, el tipo de productor en su mayoría ejidatarios con poco acceso al crédito, los mercados de comercialización son artesanales para la elaboración de quesos y a empresas como Nestle (Álvarez, 1998; Zavala, 2000).

2.5. Ternero prerumiante

El ternero recién nacido, no obstante de contar con los cuatro compartimientos del rumen, tiene un comportamiento como el de un monogástrico contando con funciones similares y por lo tanto con limitantes en cuanto a fisiología (Edwards, 1996).

El conocimiento tanto anatómico como fisiológico del recién nacido y el desarrollo de prácticas adecuadas en los primeros días posteriores al parto aunado a un desarrollo adecuado del rumen del ternero, es determinante para llegar a una etapa exitosa de destete con una tasa de crecimiento correcta (Edwards, 1996). El desarrollo ruminal incluye aspectos importantes como son: la presencia de bacterias, liquido en la cavidad ruminal, motilidad del rumen, la absorción de los tejidos y la disponibilidad de substrato en el rumen. (Quigley, 1998)

Al nacimiento el ternero está libre de microorganismos, y el contacto con la madre las instalaciones y la cama de paja es la fuente de contaminación con bacterias aeróbicas que con el inicio del consumo de alimento seco como es el alimento iniciador, esta población más que cambiar en numero cambian a bacterias anaeróbicas metanogénicas, proteolíticas y celulolíticas, ocurriendo esto por lo general a la segunda semana de edad (Quigley, 1998).

La acción de microorganismos para fermentar el substrato (iniciador o paja), requiere de agua por lo que esta debe ser suministrada en cantidad abundante a muy temprana edad (Quigley, 1998). Esto no incluye el agua proporcionada por la leche o el sustituto ya que esta pasa a través del canal esofágico directamente al abomaso. La motilidad ruminal se ve favorecida por un adecuado desarrollo del rumen el cual es resultado de una capa

muscular bien desarrollada, las contracciones del rumen, presión del rumen y la regurgitación son señales de actividad ruminal debido a la ingestión de alimento seco (Quigley, 1998).

Los productos de la fermentación como son los ácidos grasos volátiles (AGV), son absorbidos por el epitelio ruminal formado por apéndices o papilas que al nacimiento son pequeñas y no funcionales. Las papilas requieren del estímulo de los AGV y en especial del propionato y del butirato, por lo que el desarrollo ruminal requiere de estímulos químicos y no físicos (Quigley, 1998).

En esta etapa el becerro funciona como prerumiante (De Alba, 1974), teniendo actividad únicamente el abomaso con el doble de capacidad como se puede apreciar en los Cuadros 1 y 2 ya que en la etapa de lactación, el abomaso es de mayor tamaño y capacidad, sufriendo cambios post-natales, desde el nacimiento hasta aproximadamente las 8 semanas de edad, llegando a éste en forma directa los alimentos líquidos, a través de la gotera esofágica (Roy, 1972). La gotera tiene relación con fibras nerviosas parasimpaticomiméticas colinérgicas del nervio vago abdominal dorsal, que innervando desde el esófago hasta el orificio retículo ruminal los cuales responden al estímulo de mamar a manera de reflejo y no parece afectado por la temperatura, composición de la leche o de sed (Roy, 1972; Ruckebusch, 1988).

2.5.1. Actividad enzimática

La ingestión temprana de piensos estimula la actividad retículo ruminal y los líquidos pasan al abomaso, el cual posee las enzimas como la renina (cuajo) y pepsina que junto

con las enzimas digestivas de la saliva como las lipasas actúan favorablemente sobre las grasas y las proteínas de origen animal y no así sobre las proteínas de origen vegetal ya que en algunas ocasiones, dichas proteínas poseen factores inhibidores de algunas enzimas como la tripsina. Casos como la harina de soya, pueden ocasionar aplanamiento de las vellosidades del intestino, limitando la absorción. (Roy, 1972; De Alba, 1974; Torres, 1988; Edwards, 1993). Esta situación es aprovechada por el animal al consumir dietas líquidas lo cual es favorecido al obtenerse una mayor digestibilidad en comparación con dietas sólidas (Roy, 1972).

Fisiológicamente el prerumiante, esta capacitado para metabolizar solo la glucosa y la lactosa, debido a que la amilasa y maltasa solo están presentes en páncreas e intestino en concentración muy baja aumentando hasta las 6-9 semanas. Durante este tiempo la digestión y asimilación del almidón es limitada hasta después de 28 días. Existe la posibilidad del uso de enzimas en el alimento para el aprovechamiento del almidón como sería la amiloglucosidasa misma que dio rendimientos similares a los de becerros alimentados con glucosa (Morris, 1966 citado por Roy, 1972). En cuanto a la actividad enzimática de la lactasa esta disminuye con la edad, ya que es la que actúa sobre la lactosa ó azúcar de la leche.

Cuadro 1. Proporción del tejido del estomago de los bovinos del nacimiento a las 38 semanas de edad (Church, 1974).

	E d a d (Semana)						
	1	4	8	12	16	20-26	34-38
Retículo-Rumen	38	52	60	64	67	64	64
Omaso	13	12	13	14	18	22	25
Abomaso	49	36	27	22	15	14	11

Cuadro 2. Volumen y peso libre de grasa del retículo-rumen, omaso y abomaso por unidad de peso corporal al nacimiento y 13 semanas de edad según la naturaleza de la dieta (Sidney, 1988).

Dieta	Peso		Peso del tejido libre de grasa				
	corpor al	Kg	Retículo- rumen G	Omaso		Abomaso	
				g/kg	g	g/kg	g
Recién nacido		35.4	20.9	0.59	6.1	0.17	25.7
Solo leche entera		93.1	78.7	0.85	20.5	0.22	60.5
Concentrados + leche		104.9	356.1	3.39	56.1	0.54	48.1
Heno + leche		53.6	195.9	3.65	30.6	0.57	36.6
Heno + conc. + leche		94.0	250.5	2.67	75.6	0.80	59.4
V O L U M E N							
			ml	ml/kg	ml	ml/kg	ml
Recién nacido		35.4	1,559	44	102.5	1.1	2,105
Solo 1 leche entera		93.1	7,394	70	184.8	1.8	3,235
Concentrado + leche		104.9	30,037	286	878.0	8.4	2,542
Heno + leche		53.6	37,071	692	1157.0	21.6	3,778
Heno + conc. + leche		94.0	28,159	300	1780.6	18.9	3,105

2.5.2. Manejo del ternero prerumiante

En la crianza de becerros, un manejo adecuado desde el nacimiento hasta el destete y posdestete debe ser determinante la consideración de muchos factores que contribuyen

para el tamaño, la salud y la productividad. Esto comienza desde el momento en que las madres deben estar confinadas en un lugar limpio, seco y bien ventilado con cama limpia en el momento más próximo al parto. La separación del becerro debe ser en forma inmediata, seguido de la alimentación con calostro de excelente calidad y en cantidad suficiente y tan pronto como sea posible y se sugiere que sea en los primeros minutos de vida proporcionando nuevamente a las 12 horas después del primer suministro verificando la calidad del calostro con un calostrometro. Otras tareas de manejo fundamentales son: la desinfección del ombligo y del prepucio con tintura de yodo, colocar al ternero en ambientes limpios, seco y libre de corrientes de aire. La alimentación con calostro se continua los siguientes 2 a 3 días y se inicia la alimentación con leche de transición (Quigley, 1999). También es recomendable administrar vitaminas ADE al primer día de nacidos lo que permitirá disminuir los porcentajes de mortalidad aumentando la resistencia a enfermedades con un optimo desarrollo de los becerros. Este manejo deberá realizarse a través de un registro de identificación del becerro.

2.5.3. Enfermedades

La forma más económica de prevenir las enfermedades de los becerros es a través del suministro adecuado de calostro en forma oportuna y de excelente cantidad y calidad le permitirá la absorción adecuada de los mecanismos de defensa que se obtienen por los anticuerpos o inmunoglobulinas que requiere el becerro para un desarrollo saludable hasta que el mismo pueda crear sus propias defensas (LaLa, 1997). Las enfermedades más comunes que se presentan en los becerros recién nacidos se pueden controlar adecuadamente a través del uso de medicamentos como antibióticos y sueros, de uso común en el mercado y dependiendo del tratamiento que se requiera.

2.5.4. Alimentación

La meta principal de la alimentación de los becerros se realiza para mantenerlos saludables y bien desarrollados y esta puede ser líquida o sólida, considerando en primer término los requerimientos de Proteína, Energía, Fibra, Vitaminas y minerales (Otterby, 1992; Sommerfeldt, 1992).

2.5.5. Alternativas de Alimentación del ternero

En la crianza de becerros se pueden utilizar diversas dietas líquidas en forma exitosa como son el calostro fresco o fermentado, leche, subproductos de la leche y sustituto de leche. Todos pueden funcionar como alimentos de buena calidad si van acompañados de buenas prácticas de manejo, son de fácil disponibilidad, bajo costo, conveniencia y preferencia.

2.5.5.1. Calostro

Una crianza exitosa del becerro depende principalmente de una alimentación altamente nutritiva y de la disponibilidad de alimento fácilmente digerible desde el nacimiento hasta el destete y es el calostro la fuente importante de inmunoglobulinas que proporcionarán la resistencia a enfermedades e infecciones (Otterby, 1992). Por esto mismo la alimentación con calostro en las primeras horas de vida del becerro, debe ser una obligación ya que constituye la fuente natural primordial de inmunoglobulinas cuya concentración mínima debe ser de 1,000 mg/dl en el suero sanguíneo (Gay, citado por Edwards, 1996; Merchen, 1993).

El intestino del recién nacido es permeable para las inmunoglobulinas del calostro por un corto tiempo después del nacimiento por lo que debe ser proporcionado en un tiempo no mayor de 2 horas el primer suministro hasta un periodo de 36 horas después del nacimiento (Sidney y Huber, 1993). Posterior a este periodo la permeabilidad al paso de anticuerpos disminuye (Preston y Willis, 1974; Edwards, 1996). El calostro es también una fuente importante de vitaminas liposolubles A, D, E, las cuales son deficientes en el recién nacido y de fundamental protección contra septicemia causada por *Escherichia coli*. Por consiguiente es recomendable dejar la cría con la madre los primeros 5 días con ordeña 2 veces al día (De Alba, 1974).

Como fuente de nutrientes los sólidos totales del calostro oscilan entre el 14 y 18 %, el contenido de grasa y proteína es un poco mas alto que la leche normal y ligeramente bajo de lactosa (Otterby, 1992).

2.5.5.2. Leche

Edwards (1996) establece que la alimentación con leche entera puede realizarse a partir de tres opciones: a) Leche vendible (de buena calidad); b) Leche de transición (Post-parto); c) Leche no vendible (Proveniente de vacas infectadas por mastitis ó tratadas con antibióticos)

La leche entera de vaca es el alimento ideal para el becerro ya que cuenta con el balance de nutrientes y la mayor digestibilidad (Abundez y Cornejo, 1993). Además de contener la lactosa que es el carbohidrato natural disponible y que puede ser digerido por el becerro. Puesto que la leche es un alimento básico para la alimentación humana, se deben considerar otras alternativas de alimentación integral y eficiente del becerro.

El cambio de estado de prurumiante a rumiante depende, en gran medida, de la alimentación que recibe el becerro y entre mayor sea el tiempo de suministro de leche mayor será el periodo de prurumiante (Ruckebuch,1988). Khalili *et al.* (1992) en becerros alimentados con leche entera, concentrados y heno en cruces de Holstein x Cebú con altos niveles de leche de la 5 - 8 semana, observaron mayores incrementos de ganancia de peso en etapas de mayor edad del animal. Así mismo observaron que al consumir los terneros 400 g de concentrado por día a las 7 a 8 semanas de edad, se realizó el destete a las 8 semanas, obteniendo un ahorro de 118 litros de leche por becerro. El destete temprano reduce los riesgos de enfermedades asociadas a la alimentación con leche y un ahorro de alimento y costos de mano de obra.

2.5.5.2.1. Subproductos de la leche

a) Suero de leche

Es un subproducto de la elaboración de quesos, es rico en lactosa (73.8%), pero se recomienda incluirlo en un 20% como máximo en los sustitutos de leche ya que incrementan la incidencia de diarreas debido posiblemente a su alto contenido mineral (Roy, 1972; Ledezma, citado por Torres, 1988).

b) Suero de mantequilla

Es el subproducto de la leche con más alto contenido de grasas (9% de elementos grasos) y proteína (32%). En grandes cantidades en la dieta tiende a actuar como laxante, no obstante en sustitutos con 15% se han obtenido ganancias de peso en becerros parecidas a los animales alimentados con leche entera (Roy, 1972).

c) Leche descremada

Es una fuente de proteína de las más completas al poseer todas las proteínas de la leche entera, glúcidos, minerales y vitaminas del complejo B (Spross, citado por Torres, 1988), tiene 35% de proteína cruda, 80% de caseína y 18% de albúminas de buena digestibilidad y aceptación (Edwards, 1993).

d) caseína

Equivale al 80% de proteína de la leche y combinada con suero lácteo, tiene efectos similares a la leche descremada (Shugel, citado por Torres, 1988).

2.5.5.3. Sustitutos de leche

De la calidad de los sustitutos de leche depende el desempeño de los becerros en el periodo de predestete y los factores que la determinan son la fuente y el contenido de la proteína, la energía, la fibra, las vitaminas y minerales y los aditivos (Quigley, 1998). Es un alimento que sustituye a la leche entera en la crianza de becerros, con la finalidad de obtener un consecuente beneficio económico para el productor, ya que la leche se enviará en mayor volumen al mercado.

La determinación de las empresas para disponer de una mayor cantidad de leche vendible o de alimentar a sus reemplazos con sustitutos de leche, obedece a cuestiones de origen económico; debido a que es más redituable tener los ingresos por la venta de la leche que consumiría un becerro (240 litros de leche en 8 semanas), equivalente a \$720.00, que el gasto por 26.4 kg de sustituto equivalente a \$295.68, mismo que debe ser de buena calidad en cuanto a proteína, grasa y carbohidratos (Preston y Willis, 1974).

2.5.5.3.1. Clasificación

a) Clasificación

Existen diferentes clasificaciones de los sustitutos de leche, pues éstas se basan en aspectos tales como: la fuente de los nutrimentos, contenido de fibra, las formas de preservación (Sommerfeldt, 1992; Quigley, 1998).

b) Composición

- Fuentes de proteína de optima calidad:

Láctea: leche descremada en polvo, suero de mantequilla en polvo, suero deshidratado, suero deslactosado, caseína, albúmina láctea, concentrado de suero proteico (Otterby, 1992; Sommerfeldt, 1992; Hutjens, 1993; Quigley, 1998).

- Fuentes de proteína de calidad aceptable:

Proteína de soya químicamente modificada, soya de proteína especialmente manufacturada, soya aislada, concentrado de soya, proteína hidrolizada de pescado, plasma animal (Otterby, 1992; Sommerfeldt, 1992; Hutjens, 1993; Quigley, 1998).

- Fuentes de proteína de calidad inferior:

Solubles de carne, harina no procesada de soya, harina de pescado, solubles de destilería, levadura de cervecería, harina de avena, harina de trigo (Otterby, 1992; Sommerfeldt, 1992; Hutjens, 1993; Quigley, 1998).

Se requiere que los becerros reciban niveles de proteína según sus requerimientos lo cual redundará en animales saludables y fuertes con mejores ganancias de peso. Niveles mayores o menores son contraproducentes (Land O'Lakes, 1997).

Los sustitutos de leche varían en la composición en cuanto a proteína se refiere, la cual puede provenir de una fuente láctea, o de origen vegetal, principalmente a base de soya o de origen animal (Harouna *et al.*, 1996).

Los sustitutos de leche se originaron entre los años 50's y 60's mediante el uso de leche descremada, manteca, cebos y grasas vegetales para sustituir la proteína y la grasa de la leche respectivamente. El desarrollo fue inconsistente por la incidencia de diarreas causadas por fallas en el proceso de obtención de las fuentes proteicas con altas temperaturas que causaban la desnaturalización de la proteína. Estos procesos han sido mejorados a través de un sinnúmero de investigaciones, lo que ha permitido el uso de fuentes proteicas de origen vegetal para disminuir costos por el uso de leche descremada, además de otros subproductos de la leche como son el suero deshidratado por centrifugación (Edwards, 1993).

a) Proteína

Las fuentes proteicas de origen vegetal contienen factores antinutricionales; sin embargo los procesos para la obtención de concentrados proteicos vegetales y las técnicas para la determinación de dichos factores antinutricionales se han perfeccionado y varios estudios con becerros han demostrado un desarrollo similar en animales alimentados con

leche entera y animales con concentrados proteicos vegetales como los provenientes de la soya, trigo y papa (Edwards, 1993; Harouna, 1994; Abdelgadir *et al.*, 1996).

En un estudio realizado por Quigley y Bernard (1996) para evaluar los efectos de la inclusión de proteína plasmática en sustitutos de leche, sobre el crecimiento, consumo y eficiencia alimenticia comparando con sustituto de leche con proteína láctea concluyeron que no hubo efectos entre tratamientos por lo que la utilización de proteína plasmática puede contribuir con más del 25 % de la proteína cruda de la proteína total en sustitutos de leche para becerros predestetados. Los datos obtenidos indicaron que con el uso de proteína plasmática se obtuvo ganancias de peso corporal similares a los obtenidos con sustitutos de leche con proteína láctea. También se observó que con la inclusión de inmunoglobulinas en suero de leche se logro reducir la incidencia de diarreas y mejorar el desarrollo de los animales. Tomkins, citado por Edwards (1996) evaluó gluten de trigo como fuente de proteína en sustitutos de leche comparando con leche entera obteniendo rendimientos favorables hasta los 42 días de edad con ligeros decrementos de peso en la etapa crítica de los 1-14 días de edad. Los niveles de proteína en el sustituto variaron en 16 a 24%. Investigaciones realizadas por fábricas elaboradoras de sustitutos recomiendan 22% ya que cantidades menores pueden resultar en bajos rendimientos del animal y porcentajes mayores aumentarán sus costos (Land O'Lakes, 1997). De preferencia los primeros 14 días de edad del ternero el sustituto debe contener proteína láctea y posteriormente puede ser proteína de origen vegetal (Edwards, 1996).

b) Energía

El consumo de niveles de energía adecuados permitirá un desarrollo y rendimiento óptimo del becerro. La energía que el ternero ingiere puede provenir de fuentes como la lactosa de la leche, glucosa y galactosa ya que el animal tiene las enzimas adecuadas para su digestión. Otras fuentes de energía pueden provenir de la dieta iniciadora y de granos. Es importante mencionar que la enzima que digiere la lactosa disminuye su actividad en la mucosa intestinal con el aumento de la edad (Roy, 1972; Land O'Lakes, 1997; Torres, 1988).

Los almidones son una fuente ideal de carbohidratos, sin embargo el ternero no cuenta con las enzimas suficientes para su digestión en los primeros días de edad, ya que es hasta los 28 días en que el animal empieza a incrementar la secreción de amilasa y maltasa en el intestino para que aprovechen el almidón ó sus productos de degradación. Por lo anterior es necesario agregar enzimas como la amiloglucosidasa cuando se utiliza almidón en terneros para que pueda ser aprovechado en la elaboración de sustitutos, mismo que se ha observado que incrementa los niveles de glucosa en sangre (Roy, 1972). No obstante cabe mencionar que los rumiantes secretan α amilasa pancreática que hidroliza el almidón que aunque se secreta en cantidades bajas, estos niveles se incrementan con la edad. Además, es importante la maduración de los órganos digestivos ya que esto puede incrementar la secreción de α amilasa pancreática lo que es favorable en las primeras horas de vida del animal (Kurz, 1991).

La utilización de maíz como fuente de carbohidratos resulta en disminución de costos, la calidad del maíz para alimento humano es menor comparado con la leche entera. Estudios realizados en los cuales se utilizó el maíz como fuente de carbohidratos asociado con soya como fuente de proteína sin procesar y procesados a diferentes temperaturas en sustitutos para terneros se obtuvo mejores rendimientos de ganancia de peso corporal y mayores consumos de materia seca con maíz crudo y soya procesada a 146°C comparando con maíz tostado asociado con harina de soya ó soya tratada a temperaturas de 138° C la cual no mejoró los rendimientos de ganancia de peso y la eficiencia de utilización de la ración de iniciación, por lo que es mejor la utilización de maíz crudo con soya procesada a 146° C (Abdelgadir *et al.*, 1996).

Existen diferentes fuentes de energía:

- Fuentes de energía de optima calidad: Manteca de cerdo, sebo, Aceite de coco, Grasas estabilizadas
- Fuentes de energía de calidad aceptable: Aceites vegetales saturados.
- Fuentes de energía de calidad inferior: Aceites vegetales insaturados.

c) Grasas

La inclusión de grasa combinando con niveles adecuados de proteína favorece la alimentación con sustitutos en terneros. De preferencia la grasa debe ser emulsificada para reducir el tamaño de la molécula, ésto es más importante que la fuente de origen para un mejor aprovechamiento por el becerro. También se ha observado que niveles de 20% de grasa en el sustituto disminuyen la incidencia de diarreas y mejoran la conversión alimenticia por lo cual es recomendable la utilización de niveles no menores

de este porciento para la alimentación de becerros con sustitutos de leche (Land O'Lakes, 1997).

d) Fibra

El contenido de fibra en los sustitutos de leche no tiene relevancia para los becerros, sin embargo se ha demostrado que combinada con proteína de alta calidad, disminuye en un gran porcentaje la incidencia de diarreas. La fuente de proteína debe ser de buena calidad lo que es de mayor importancia ya que si se combina con proteína vegetal de baja calidad se reflejará en bajos rendimientos del animal. Los niveles recomendables de fibra (Cuadro 3) en el sustituto fluctúan entre 0.2 - 3.25% (Land O'Lakes, 1997).

Cuadro 3. Efecto del nivel de fibra en el sustituto de leche sobre la ganancia de peso y la incidencia de diarreas en terneros.

F I b r a	Ganancia de peso	Incidencia de diarreas
(% en dieta)	(kg/día)	(Cabezas)
0.2	0.53	1.43
3.25	0.55	1.25

Fuente: Land O'Lakes (1997)

d) Antibióticos

El objetivo de agregar antibióticos en los sustitutos de leche, es prevenir la incidencia de infecciones bacterianas, tales como la diarrea y problemas respiratorios (Land O'Lakes, 1997) causados por *Escherichia coli* (Preston y Willis, 1974) y otros agentes biológicos como Criptosporidios, Rotavirus y Coronavirus (González y Aluja, 1990; Vargas *et al.*,

1990). El número debe ser limitado para combinarlos en el sustituto y la decisión para su uso, así como el tipo de medicamento y dosis dependerá del consumo adecuado del calostro, presencia de coccidios, bacterias y virus en la explotación (Edwards, 1993). En el Cuadro 4 se muestra la lista de productos, niveles y tiempo requerido para su secreción antes del sacrificio. Los antibióticos no mejoran el rendimiento pero su adición se traduce en animales más saludables evitando problemas de diarreas respiratorios y disminuyen la incidencia de mortalidad.

Cuadro 4. Medicamentos utilizados en sustitutos de leche (Edwards, 1993)

Medicamento	Dosis	Observaciones en la etiqueta
Clortetracilina ^a	0.00022 mg/kg peso / día 0.0011 mg/kg peso / día	Promotor del crecimiento y eficiencia alimenticia. Ayuda en la prevención de diarrea bacteria en terneros.
Combinación de neomicina base y oxitetraciclina ^b	Oxy 16-200 g/t. + Neo Base 200-400 g/t. Oxy 80-400 g/t. + Neo Base 400-400 g/t.	Ayuda en la prevención de enteritis bacterial (diarreas) Ayuda en el tratamiento de enteritis bacterial (diarreas).
Oxitetraciclina ^c	50 g/t. 100 g/t.	Ayuda en la prevención de diarrea bacterial Ayuda en el tratamiento de diarrea bacterial
Decoquinato ^d	486.5 mg/kg peso / día	Para la prevención de coccidiosis en terneros rumiantes, prerumiantes y ganado causado por <i>Eimeria bovis</i> y <i>E. zurniii</i> . Alimentar al menos por 28 días durante los periodos de exposición a coccidiosis o cuando la experiencia indica que la coccidiosis puede ser dañina. Los coccidiostatos no están indicados para su uso en animales adultos debido a exposición continua previa.

^a No hay especificación de tiempo de retiro del alimento hasta el nivel de 700 g/t.

^b Retirar 30 días antes del sacrificio.

^c Retirar 5 días antes del sacrificio.

^d Precaución: no usarse en vacas lactantes.

* Esta dosis constituye el nivel total de decoquinato permitido dosificado en sustituto de leche y concentrados iniciadores.

2.6. Concentrado iniciador

La alimentación de becerros recién nacidos con sustitutos de leche debe ir acompañada de la suplementación con una ración de iniciación seca lo que estimulará el desarrollo papilar del rumen, provocando una fermentación y producción de ácidos grasos volátiles (AGV) que favorecen dicho desarrollo papilar (Llamas, 1996). Es recomendable proporcionar la ración de iniciación a partir del 2-7 día de edad, de preferencia alta en energía con un valor mínimo de nutrientes digestibles totales (NDT) del 80% y un nivel de proteína del 18% (Edwards, 1996).

Las investigaciones realizadas para evaluar la degradabilidad ruminal de carbohidratos y proteína en alimento iniciador para terneros en pellets usando soya y maíz y cebada se obtuvo mejores resultados en la ganancia de peso corporal y consumo de materia seca con fuentes de carbohidratos y proteína no degradables (Harouna, 1994).

2.6.1. Forrajes

Aunque es común proporcionar forraje a temprana edad a los becerros prerumiantes para el desarrollo papilar del rumen, esto se ve favorecido también por el consumo de carbohidratos que producen niveles elevados de butiratos y propionatos en el rumen del becerro, contrario al forraje que aumenta la producción de acetatos, disminuyendo el total de NDT. No obstante es recomendable proporcionar primero la ración de iniciación seguida de la adición de forrajes (Edwards, 1996) de buena calidad y de preferencia heno de alfalfa, ya que esto evitará problemas de timpanismo debido al consumo de concentrados (Roy, 1972).

2.7. Destete

El periodo de destete es considerado como uno de los más estresantes en la vida de los becerros, lo que ha dado origen a diferentes criterios sobre cual es la mejor manera de realizarlo y llevar al ternero a una crianza exitosa. Esto incluye factores a considerar de gran relevancia como son: raza, edad, nutrición, manejo y ambientales (Llamas, 1996; Quigley, 1998), por lo que es recomendable realizarlo desde dos puntos de vista en base a los factores antes mencionados.

a) Paulatino

Dependerá del manejo, alimentación y de la raza, lo que puede realizarse cuando el animal consume alimento iniciador de 366-500 g día⁻¹ en raza Jersey (Quigley, 1996); de 900-1000 g día⁻¹ (Llamas, 1996); 680 g día⁻¹ (Land O'Lakes, 1997) y heno de buena calidad en raza Holstein. Para esto se disminuye gradualmente el alimento liquido, permaneciendo en el mismo lugar de alojamiento lo que permite disminuir el estrés y evitando la agitación de los animales tratando además de que permanezca en grupo dejando que el consumo de alimento iniciador y forraje se otorguen a libre acceso y con agua limpia en abundancia. Quigley (1998), recomienda que también se debe considerar el desarrollo adecuado del rumen lo que esta íntimamente relacionado con el consumo de alimento iniciador. En cuanto a la edad varia entre 3 a 8 semanas. Un destete temprano puede redituvar en menores costos y buenos resultados (Otterby, 1992).

b) Inmediato

Además de las consideraciones anteriores, se recomienda no realizar cambios de alimento iniciador, alfalfa de buena calidad. El destete se realiza en forma repentina y se recomienda que se agrupen los animales en grupos homogéneos

2.8. Alimentación Posdestete

Se deberá continuar con alimento iniciador (18 %) de proteína, heno de alfalfa hasta en un 10 % de acuerdo al alimento iniciador ofrecido (Lala, 1997)

III. HIPOTESIS

Los machos Holstein criados con sustitutos de leche basados en proteína láctea y enriquecida con proteína de plasma animal, tendrán un comportamiento productivo similar a los becerros alimentados con leche entera.

El comportamiento productivo será menor con sustitutos de leche elaborados con fuentes de proteína de soya concentrada o normal y suero de leche.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Localización

El estudio se llevó a cabo en la Granja Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México. Chapingo se encuentra situado a 19° 29' Latitud Norte y 98° 53' Longitud Oeste y a una altitud de 2250 m.s.n.m. El clima de la región de acuerdo a la clasificación climática propuesta por Kopën modificada por García (1988), es C(wo)(w)b(i)g, que corresponde a un clima templado subhúmedo, con una precipitación media anual de 644.8 mm, y un régimen de lluvias en verano; la temperatura media anual varia entre 12° y 18° C con una oscilación de las temperaturas medias mensuales menor de 5° C siendo mayo el mes más caliente y enero el mes más frío (Abundez y Cornejo, 1993).

4.2. Duración

El experimento inició en abril 1999 y finalizó en julio del mismo año, con una duración de 12 semanas; divididas en dos fases, la primera de 8 semanas que correspondió a la fase de crianza (fase experimental) y la segunda de 4 semanas que correspondió a la etapa posdestete donde se evaluaron posibles efectos residuales de los tratamientos.

4.3. Tratamientos

Se evaluaron cinco alternativas de alimentación líquida en la crianza de machos Holstein, de las cuales una correspondió al control con leche entera y las otras, a cuatro sustitutos de leche con diferentes fuentes de proteína (Cuadro 5). Los tratamientos fueron los siguientes:

T1 = leche entera (control);

T2 = sustituto de leche con proteína de origen lácteo;

T3 = sustituto con proteína de origen lácteo + proteína de soya tratada;

T4 = sustituto con proteína de origen lácteo + proteína de plasma animal; y

T5 = sustituto con proteína de suero lácteo + proteína de soya normal.

4.4. Elaboración de sustitutos

La elaboración de los sustitutos de leche se realizó con la tecnología de la compañía Merrick's Inc en México. En la formulación de los sustitutos se utilizó, además de la fuente de proteína, que varió según el tratamiento, grasa animal preservada con antioxidante, harina de soya, componentes en presentación comercial como: lecitina, fosfato dicálcico, acetato de vitamina A, estero animal activado (fuente de vitamina D3), suplemento de vitamina E, bisulfito de dimetilpirimidinol menadiona (fuente de vitamina K), suplemento de riboflavina, pantotenato de calcio, suplemento de niacina, mononitrato de tiamina, hidrocloreuro de piridoxina, cloruro de colina, suplemento de vitamina B12, biotina, ácido fólico, ácido ascórbico, sulfato de magnesio, sulfato de manganeso, sulfato de hierro, sulfato de zinc, sulfato de cobalto, sulfato de cobre, yodato de calcio, selenito de sodio, silico aluminato de sodio, sabores naturales y artificiales (Cuadro 5).

4.5. Manejo alimenticio

En los primeros 4 días de estudio a todos los becerros se les alimentó con el mismo sustituto de leche con proteína 100% de origen lácteo (del tratamiento 2). Del día 5 en adelante se alimentaron con leche o sustituto según tratamiento y a partir del día 13 a todos los becerros se les proporcionó *ad libitum* un mismo concentrado iniciador y

alfalfa achicalada molida. El concentrado y la alfalfa se renovaban diariamente. El alimento liquido se ofreció en cubetas de plástico, 2 L por la mañana (7:30 a m) y 2 L en la tarde (5:30 p m). La composición del concentrado iniciador y de la alfalfa se presenta en el Cuadro 6.

El destete se realizó en forma paulatina (retiro de la dieta liquida en tres días), disminuyendo la cantidad de leche o sustituto en uno, dos y tres litros respectivamente desde el primer día a los 57 días del estudio. Después del destete los becerros continuaron en las mismas instalaciones y se alimentaron *ad libitum* con el mismo concentrado iniciador y alfalfa achicalada. El consumo de concentrado iniciador y alfalfa se registró 2 veces por semana.

Cuadro 5. Composición de leche entera y sustitutos de leche de los tratamientos.

Concepto		TRATAMIENTOS ¹				
		1	2	3	4	5
		----- % -----				
Proteína cruda	Mín	27.20	18.00	22.00	20.00	22.00
Grasa cruda	Mín	29.60	20.00	20.00	20.00	12.00
Fibra cruda	Máx	0.00	0.15	0.50	0.15	1.00
Calcio	Mín	1.04	0.50	0.50	0.50	0.50
Calcio	Máx	-	1.00	1.00	1.00	1.00
Fósforo	Mín	0.80	0.60	0.60	0.60	0.60
Cenizas	Máx	3.68	9.00	10.00	9.00	7.00
Humedad	Máx	7.00	3.00	3.00	3.00	5.00
Vitamina A, UI/kg		64	77 000	77 000	77 000	77 000
Vitamina D3, UI/kg		16	16 500	16 500	16 500	16 500
Vitamina E, UI/kg		160	330	330	110	330
Oxitetraciclina, g/t.			200	200	200	100
Neomicina, g/t.			400	400	400	200
Clortetraciclina, g/t.			200	200	200	

¹ 1 = leche entera (control); 2 = sustituto de leche con proteína 100% de origen lácteo; 3 = sustituto con proteína de origen lácteo + proteína de soya concentrada; 4 = sustituto con proteína de origen lácteo + proteína de plasma animal; 5 = sustituto con proteína de suero lácteo + proteína de soya normal.

Cuadro 6. Composición del concentrado iniciador y alfalfa achicalada.

C o n c e p t o	Unidad	Concentrado	Alfalfa*
Proteína cruda	%, Mín	18.00	19.0
Grasa cruda	%, Mín	7.00	3.0
Fibra cruda	%, máx.	4.0	24.0
Calcio	%, Mín	0.80	1.4
Fósforo	%, Mín	0.60	0.22
Cenizas	%, máx.	6.50	9.60
Humedad	%, máx.	9.0	10.0
Vitamina A	UI/kg	50,000	56,000
Vitamina D3	UI/kg	15,000	2,000
Vitamina E	UI/kg	200.0	26.0
Oxitetraciclina	g/t.	100	-
Neomicina	g/t.	100	-
Clortetraciclina	g/t.	100	-

* NRC (1998).

4.6. Manejo de los becerros en crianza

Se utilizaron 40 becerros machos Holstein de 3 a 8 días de edad, calostrados, procedentes de la Cuenca Lechera de Tizayuca, Hidalgo y del establo de la granja experimental de la Universidad Autónoma Chapingo. Los becerros se alojaron en corraletas en grupos de 4 becerros. Las corraletas fueron de 15 m², con techo de lámina de asbesto, piso de cemento y buena ventilación y 9 m² de asoleadero con piso de tierra. Cada corraleta estaba acondicionada con cubetas de plástico que se utilizaron como comederos y bebederos para dietas sólidas y líquidas.

Los becerros se sometieron al siguiente manejo: Desinfección de ombligo, con una solución con base a yodo al 7% (Edwards, 1993; Land O'Lakes, 1997); Descornado de los animales con el uso de pomadas; Aplicación de vacunas (Bacterina mixta bovina, 5 ml), vitaminas (Vitedol ADE, 1 ml; Complejo B Forte, 2 ml; Potenay, 1 ml) y desparasitantes (Closantil, 1-2 ml); El control de la incidencia de diarreas se llevó a cabo por medio de: Soluciones rehidratantes con electrolitos o soluciones Ringer (Edwards, 1993; Land O'Lakes, 1997); Sueros orales (suero vida oral sin marca, 1 sobre / litro de agua); Sueros intravenosos (Suero glucosado, dosis) según la gravedad del caso; Suministro de cápsulas de carbón activado (sin marca, 5 cápsulas / l de agua); Aplicación intramuscular de antibióticos (Bactril, 3-5 ml; Androsil, 1-2 ml; Quimovac, 1 ml; Gentamicina, 2ml; Farvetril, 1-2 ml; Enroflaxina, 2-3 ml) y/o reducción del alimento líquido a la mitad o en su totalidad.

Los becerros se pesaron al inicio de la fase experimental y posteriormente cada 14 días.

4.7. Manejo posdestete de los becerros

Del destete a hasta la 12° semana de edad los becerros se alimentaron *ad libitum* con el mismo concentrado iniciador que se les proporcionó durante la crianza, y con alfalfa achicalada.

4.8. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar con 2 repeticiones por tratamiento y cuatro becerros por repetición quedando constituida la unidad experimental por una corraleta con cuatro becerros. Se utilizó como criterio de bloque el peso vivo inicial de los becerros.

4.9. Variables de respuesta

Se evaluaron las variables que a continuación se indican durante la fase de crianza y de posdestete hasta la 12 semana de edad. La leche entera y sustituto de leche que se ofreció fue en su totalidad consumido por los becerros sin observar rechazo en ningún caso por lo que consumo de leche entera y sustituto de leche no se consideraron como variables de respuesta.

- a) Consumo de concentrado. Se calculó pesando el concentrado ofrecido menos el rechazado diariamente, para reportarse en $\text{kg becerro}^{-1} \text{ día}^{-1}$, de manera semanal y promedio en crianza, y promedio de posdestete hasta la 12 semana de edad.

- b) Consumo de alfalfa. Se calculó pesando la alfalfa ofrecida menos la rechazada diariamente, para reportarse en $\text{kg becerro}^{-1} \text{ día}^{-1}$, de manera semanal y promedio en crianza y, promedio de posdestete hasta la 12 semana de edad.
- c) Peso vivo. Los becerros se pesaron cada 14 días, se reporta en kg por período, peso vivo inicial y final y promedio en crianza y de posdestete hasta la 12 semana de edad.
- d) Ganancia diaria de peso. La ganancia de peso se calculó restando al peso vivo final el peso vivo inicial entre el número de días por período de 14 días y promedio en crianza y de posdestete hasta la 12 semana de edad. Se reporta en $\text{kg becerro}^{-1} \text{ día}^{-1}$.
- e) Conversión alimenticia. Se calculó relacionado el consumo de alimento sólido y la ganancia de peso promedios, solo de posdestete hasta la 12 semana de edad.
- f) Incidencia de diarreas. Se registró la suma total de incidencias de diarreas durante la fase de crianza dentro de repetición y tratamiento. Las diarreas no se analizaron estadísticamente y se clasificaron en tres grados según la gravedad de la misma; 1 = ligera; 2 = intermedia y 3 = aguda.
- g) Análisis económico

Ingresos. Esta variable no se estimó en virtud de que la fase experimental duró hasta el destete y la fase residual hasta la 12 semana de edad de los becerros, con peso vivo

menores a 150 kg; y la venta de los becerros a estos pesos vivos a precio de carne en vivo es incosteable.

Egresos. Se estimaron los egresos por concepto de compra de becerros, alimentación de dieta líquida y sólida, y medicamentos.

Con base a los egresos se estimaron las siguientes variables:

- Egresos por becerro durante la crianza
- Egresos por kg de peso vivo ganado

4.10. Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó a través del paquete SAS (1989), mediante el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}.$$

Donde:

Y_{ij} = Valor de i- ésima variable respuesta en el j-ésimo bloque;

μ = Media general;

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento, $i = 1, 2, 3, 4, 5$;

β_j = Efecto del j-ésimo bloque, $j = 1, 2$;

ε_{ij} = Error experimental. $E_{ij} \cong NI(0, \sigma^2)$.

Las medias se compararon por el procedimiento de Duncan (Steel y Torrie, 1988).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Comportamiento durante la crianza

5.1.1. Consumo de concentrado iniciador

El consumo de concentrado fue diferente entre tratamientos ($P < 0.05$); el consumo mas alto lo hicieron los becerros alimentados con sustituto de leche elaborado con 100 % de proteína láctea ($0.696 \text{ kg becerro}^{-1} \text{ día}^{-1}$) y con sustituto de leche a base de suero lácteo + proteína de soya ($0.706 \text{ kg becerro}^{-1} \text{ día}^{-1}$). Mientras que los becerros del tratamiento control alimentados con leche entera, manifestaron el menor consumo de concentrado con $0.493 \text{ kg becerro}^{-1} \text{ día}^{-1}$ (Cuadro 7). Esto ultimo puede estar asociado a que los becerros cubrieron sus requerimientos nutricionales mayoritariamente con leche (Abundez y Cornejo, 1993), y requirieron menos concentrado para complementar su requerimiento total. En cambio, en los becerros criados con sustituto a base de proteína 100% de suero lácteo + pasta de soya, y que poseía tan solo 12% de grasa, consumieron mas concentrado en un intento de compensar la baja calidad energética y proteínica del sustituto.

El concentrado se ofreció a partir de 13° día experimental y se observó estos consumos desde el inicio hasta la tercera semana, a partir de la cual, se incrementó linealmente hasta registrar al destete los valores máximos. En la tercera semana experimental el consumo de concentrado fue en promedio de $0.247 \text{ kg becerro}^{-1} \text{ día}^{-1}$, sin diferencia ($P > 0.05$) entre tratamiento. Sin embargo, para la cuarta, quinta y séptima semana

experimental los becerros del tratamiento 5 alimentados con sustituto a base de proteína 100% de suero lácteo + pasta de soya, registraron los mayores ($P < 0.05$) consumos de concentrado (0.543, 0.741 y 1.594 kg becerro⁻¹ día⁻¹, respectivamente. Mientras que los menores ($P < 0.05$) consumos de concentrado en estas tres semanas se observaron en los becerros alimentados con leche entera 0.298, 0.447 y 0.985 kg becerro⁻¹ día⁻¹, respectivamente. En las demás semanas experimentales de la fase de crianza no observaron diferencias entre tratamientos en consumo de concentrado ($P > 0.05$; Cuadro7). Estos consumos son menores a los obtenidos por Akayezu *et al.* (1994) quienes obtuvieron consumos acumulados superiores a los 44 kg de concentrado iniciador en la fase de crianza de reemplazos.

La alimentación de becerros recién nacidos con sustitutos de leche debe ir acompañada de la suplementación con un concentrado de iniciación, de preferencia alto en energía y con un nivel de proteína del 18 al 20% (Edwards, 1996), lo que estimulará el desarrollo papilar del rumen, provocando una fermentación y producción de ácidos grasos volátiles (AGV) que favorecen dicho desarrollo papilar (Llamas, 1996).

Cuadro 7. Consumo de concentrado de machos Holstein durante la crianza, alimentados con leche entera o sustituto de leche.

Semana	TRATAMIENTOS ¹					Pr > F
	1	2	3	4	5	
	-----kg becerro ⁻¹ día ⁻¹ -----					
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3	0.187 ^a	0.266 ^a	0.203 ^a	0.274 ^a	0.308 ^a	0.6532
4	0.298 ^b	0.544 ^a	0.391 ^{ab}	0.418 ^{ab}	0.543 ^a	0.0418
5	0.447 ^c	0.886 ^a	0.579 ^{bc}	0.682 ^{abc}	0.741 ^{ab}	0.0552
6	0.681 ^a	1.165 ^a	0.831 ^a	0.793 ^a	0.814 ^a	0.3844
7	0.985 ^b	1.141 ^{ab}	1.010 ^b	1.037 ^{ab}	1.594 ^a	0.0132
8	1.345 ^a	1.568 ^a	1.196 ^a	1.322 ^a	1.651 ^a	0.1724
Promedio	0.493 ^b	0.696 ^a	0.526 ^b	0.566 ^{ab}	0.706 ^a	0.0434

^{ab} Medias con diferente literal dentro de cada hilera son diferentes (P<0.05)

¹ 1 = leche entera (control); 2 = sustituto de leche con proteína de origen lácteo; 3 = sustituto con proteína de origen lácteo + proteína de soya; 4 = sustituto con proteína de origen lácteo + proteína de plasma animal; 5 = sustituto con proteína de suero lácteo + proteína de soya.

5.1.2. Consumo de alfalfa

El consumo promedio de alfalfa fue de $0.072 \text{ kg becerro}^{-1} \text{ día}^{-1}$ entre tratamientos ($P>0.05$, Cuadro 8). Al igual que el concentrado iniciador, la alfalfa se ofreció a los becerros a partir del 13° día experimental, observándose consumos importantes de la tercera semana en adelante. En la tercera semana de crianza el consumo promedio de alfalfa fue de $0.021 \text{ kg becerro}^{-1} \text{ día}^{-1}$ sin diferencia entre tratamientos ($P>0.05$). A partir de la tercera semana el consumo de alfalfa se incremento hasta observarse los mayores consumos en la octava semana de estudio, de $0.148 \text{ kg becerro}^{-1} \text{ día}^{-1}$ en promedio, sin diferencia entre tratamientos ($P>0.05$; Cuadro 8).

Durante la fase de crianza, solo se observaron diferencias entre tratamientos ($P>0.05$) en consumo de alfalfa en la sexta semana de estudio; en la cual el mayor consumo de alfalfa se registró en los becerros alimentados con leche entera (tratamiento 1, $0.159 \text{ kg becerro}^{-1} \text{ día}^{-1}$) y el menor consumo se observó en los becerros alimentados con sustitutos a base de proteína 100% de suero lácteo y pasta de soya (tratamiento 5; $0.032 \text{ kg becerro}^{-1} \text{ día}^{-1}$).

El proporcionar forraje a temprana edad a los becerros prerumiantes para estimular el desarrollo papilar del rumen, es mejor el consumo de carbohidratos que producen niveles elevados de butiratos y propionatos en el rumen del becerro, contrario al forraje que aumenta la producción de acetatos. Por esto, es recomendable proporcionar primero la ración de iniciación seguida de la adición de forrajes (Edwards, 1996) de buena calidad y de preferencia heno de alfalfa, ya que esto evitará problemas de timpanismo debido al consumo de concentrados (Roy, 1972).

Cuadro 8. Consumo de alfalfa de machos Holstein durante la crianza, alimentados con leche entera o sustituto de leche

TRATAMIENTOS ¹						
Semana	1	2	3	4	5	Pr > F
	----- kg becerro ⁻¹ día ⁻¹ -----					
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3	0.008 ^a	0.040 ^a	0.019 ^a	0.020 ^a	0.020 ^a	0.5817
4	0.044 ^a	0.065 ^a	0.051 ^a	0.043 ^a	0.020 ^a	0.2955
5	0.157 ^a	0.137 ^a	0.093 ^a	0.134 ^a	0.059 ^a	0.3657
6	0.159 ^a	0.073 ^{bc}	0.059 ^{bc}	0.097 ^b	0.032 ^c	0.0205
7	0.181 ^a	0.142 ^a	0.128 ^a	0.196 ^a	0.160 ^a	0.4718
8	0.127 ^a	0.094 ^a	0.123 ^a	0.194 ^a	0.206 ^a	0.6204
Promedio	0.085 ^a	0.069 ^a	0.059 ^a	0.086 ^a	0.062 ^a	0.2945

^a Medias con la misma literal dentro de hilera no son diferentes (P>0.05)

¹ 1 = leche entera (control); 2 = sustituto de leche con proteína de origen lácteo; 3 = sustituto con proteína de origen lácteo + proteína de soya; 4 = sustituto con proteína de origen lácteo + proteína de plasma animal; 5 = sustituto con proteína de suero lácteo + proteína de soya.

5.1.3. Peso vivo

Al iniciar la fase de crianza los becerros tuvieron un peso de 40.68 kg en promedio y 14 días después los becerros alimentados con dieta líquida a base de leche entera (tratamiento 1) y con sustituto a base de derivados lácteos + plasma animal (tratamiento 4) manifestaron los mayores (P<0.05) pesos vivos en comparación a los becerros de los

tratamientos 2, 3 y 5 (43.75, 45.43 vs. 42.20, 41.31 y 42.04 kg, respectivamente). Esta tendencia se siguió observando durante el resto del periodo experimental de la fase de crianza, con excepción de los becerros del tratamiento 2, los cuales a partir del día 28 de la fase crianza tuvieron pesos similares a los becerros de los tratamientos 1 y 4 (Cuadro 9). Al terminar la fase de crianza, los pesos vivos de los becerros fueron de 73.61, 69.06, 61.15, 74.05 y 60.52 kg en los becerros de los tratamientos 1, 2, 3, 4 y 5, respectivamente. El mayor peso vivo durante y al final de la crianza al destete, de los becerros de los tratamientos 1 y 4, seguidos de los becerros del tratamiento 2 esta asociado a las mayores ganancias de peso que estos becerros manifestaron, seguramente como respuesta al tipo de alimentación que recibieron. Los becerros del tratamiento 1 fueron alimentados con leche entera 100% de vaca la que reunía por completo el perfil de calidad que los becerros demandan durante a crianza. Los becerros del tratamiento 2 recibieron sustituto elaborado con 100% de derivados lácteos y los becerros del tratamiento 4 fueron alimentados con sustituto de leche elaborado a base de derivados lácteos con la adición de plasma animal para igual y tal vez mejorar en cantidad y calidad el perfil nutritivo de la leche específicamente de proteína, y con ello garantizar un mejor comportamiento de los becerros en crianza.

Cuadro 9. Peso vivo de machos Holstein durante la crianza, alimentados con leche entera o sustituto de leche.

Edad	TRATAMIENTOS ¹					
(días)	1	2	3	4	5	Pr > F
	----- kg becerro ⁻¹ -----					
1	40.30	40.90	40.50	41.00	40.70	-
14	43.75 ^a	42.20 ^b	41.31 ^b	45.43 ^a	42.04 ^b	0.0412
28	51.62 ^b	49.20 ^{ab}	45.04 ^b	51.47 ^a	45.76 ^b	0.0344
42	61.39 ^a	58.65 ^a	51.98 ^b	60.71 ^a	52.03 ^b	0.0277
57	73.61 ^a	69.06 ^a	61.15 ^b	74.05 ^a	60.52 ^b	0.0302
Promedio	56.95 ^a	54.98 ^{ab}	50.82 ^b	57.52 ^a	50.61 ^b	0.0410

^{ab} Medias con la misma literal dentro de hilera no son diferentes (P>0.05)

¹ 1 = leche entera (control); 2 = sustituto de leche con proteína de origen lácteo; 3 = sustituto con proteína de origen lácteo + proteína de soya; 4 = sustituto con proteína de origen lácteo + proteína de plasma animal; 5 = sustituto con proteína de suero lácteo + proteína de soya.

5.1.4. Ganancia diaria de peso

La ganancia diaria de peso durante la fase de crianza fue mayor (P<0.05) en los becerros de los tratamientos 1, 2 y 4 *versus* becerros de los tratamientos 3 y 5 (0.584, 0.480 y 0.579 *versus* 0.362 y 0.360 kg becerro⁻¹ día⁻¹, respectivamente, Cuadro 10). Lo anterior esta asociado a la calidad de la dieta líquida que se utilizó para alimentar a los becerros, específicamente a la naturaleza de la proteína de la leche entera o a la empleada en la elaboración de los sustitutos evaluados (Cuadro 5). El abomaso del becerro posee las

enzimas renina (cuajo) y pepsina que junto con las enzimas digestivas de la saliva como las lipasas actúan favorablemente sobre las grasas y las proteínas de origen animal y no así sobre las proteínas de origen vegetal.

Esto coincide con los rendimientos obtenidos por Morrill *et al.*, (1995) quienes al incluir proteína plasmática en sustitutos de leche obtuvieron incrementos de peso ($P<.05$) superiores en un 25% con respecto a los sustitutos con proteína láctea. Lo anterior puede estar asociado a que la proteína del plasma es altamente digestible con un deseable balance de aminoácidos y una fuente de inmunoglobulinas con efecto benéfico en el lumen intestinal. En este mismo estudio el consumo de concentrado iniciador se vio favorecido con incrementos de 21% lo que permitió un destete a la 6ª. Semana.

Thompson (1998), al investigar la inclusión de proteína plasmática en sustitutos de leche durante la crianza observó incrementos de peso superiores al 26% en comparación con sustitutos de leche con proteína láctea y menor incidencia de diarreas lo que permitió un ahorro en el uso de medicamentos del orden del 13%.

Los becerros del tratamiento 2 fueron alimentados con sustituto de excelente calidad, equiparable a la leche entera, ya que se utilizó en la elaboración del mismo fuentes proteínicas 100% de origen lácteo. De forma similar, a los becerros del tratamiento 4 se les alimentó también con sustituto, pero en la elaboración de éste, además de utilizar fuentes proteínicas de origen lácteo, se incluyó plasma animal para mejorar aun más la calidad del sustituto en comparación a la leche entera (Cuadro 5). En cambio, los sustitutos utilizados en la alimentación de los becerros de los tratamientos 3 y 5 fueron elaborados en lo que corresponde a fuentes de proteína con derivados lácteos + proteína de soya, que si bien, el contenido de proteína cruda del sustituto fue normal (20%), no

así la calidad de esta proteína para los becerros en crianza. En algunas ocasiones, las proteínas de origen vegetal poseen factores inhibidores de algunas enzimas como la tripsina. Casos como la harina de soya, pueden ocasionar aplanamiento de las vellosidades del intestino, limitando su absorción, no obstante que hay algunas investigaciones que apoyan esta versión y otras la rechazan (Roy, 1972; De Alba, 1974; Torres, 1988; Edwards, 1993).

Estudios realizados por Chao-Xu, (1997), concluyen que los bajos rendimientos obtenidos con la utilización de la soya como fuente de proteína en los sustitutos está asociado a una disminución de la digestibilidad de las grasas por una pequeña fosforilación de la proteína de la soya debido a la inhibición de los ácidos biliares del proceso de la digestión. Por otro lado, Huber, (1982), observó mínimas ganancias de peso y eficiencia alimenticia ($P < .05$) con sustitutos de leche con proteína de soya, sobretodo al inicio de la crianza, lo atribuye a la baja concentración de enzimas proteolíticas en el tracto gastrointestinal de los becerros y la baja capacidad de las enzimas digestivas para hidrolizar las proteínas no lácteas.

Toullec *et al.*, (1994) al investigar el uso de concentrado proteico de soya en sustitutos de leche concluyó ($P < .05$) que la ganancia de peso se redujo de 9 a 12%, lo que se reflejó en menores ($P < .01$) pesos vivos finales en el orden del 13 a 18% con respecto a los sustitutos con proteína láctea. Lo anterior posiblemente está asociado a los factores antigénicos de la soya y a la baja digestibilidad que presenta que es de 77 a 88%; en contraste, con la digestibilidad de la proteína láctea que es del 97%. Esto ultimo puede también estar asociado al proceso de desnaturalización a la que se somete la soya para

reducir los factores antigénicos que posee; así como también a la capacidad de los becerros para digerir estos factores antigénicos de las leguminosas (Lalles, 1995).

En un estudio realizado por Quigley y Bernard (1996) para evaluar los efectos de la inclusión de proteína plasmática en sustitutos de leche, sobre el crecimiento, consumo y eficiencia alimenticia comparando con sustituto de leche con proteína láctea concluyeron que no hubo efectos entre tratamientos por lo que la utilización de proteína plasmática puede contribuir con más del 25 % de la proteína cruda de la proteína total en sustitutos de leche para becerros predestetados. Los datos obtenidos indicaron que con el uso de proteína plasmática se obtuvo ganancias de peso corporal similares a los obtenidos con sustitutos de leche con proteína láctea.

La mayor ganancia diaria de peso de los becerros de los tratamientos 1 y 4 se empezó a observar prácticamente desde el inicio de la fase de crianza ($P=0.0412$), y se mantuvo esta tendencia durante el resto del periodo de la crianza, pero incluyendo a partir del día 15 en estudio a los becerros del tratamiento 2.

Cuadro 10. Ganancia diaria de peso de machos Holstein con sustituto con diferentes fuentes de proteína durante la crianza

		T R A T A M I E N T O S ¹					Pr > F
Periodo		1	2	3	4	5	
(días)		----- kg becerro ⁻¹ día ⁻¹ -----					
01	14	0.247 ^a	0.095 ^b	0.058 ^b	0.317 ^a	0.096 ^b	0.0412
15	28	0.566 ^a	0.501 ^a	0.267 ^b	0.432 ^a	0.266 ^b	0.0584
29	42	0.698 ^a	0.675 ^a	0.496 ^b	0.660 ^a	0.448 ^b	0.0380
43	57	0.873 ^{ab}	0.744 ^{ab}	0.655 ^b	0.953 ^a	0.607 ^b	0.0520
01	57	0.584 ^a	0.480 ^{ab}	0.362 ^b	0.579 ^a	0.360 ^b	0.0301
Acumulada		33.31	28.16	20.65	33.05	19.82	-

^{ab} Medias con la misma literal dentro de hilera no son diferentes (P>0.05)

¹ 1 = leche entera (control); 2 = sustituto de leche con proteína de origen lácteo; 3 = sustituto con proteína de origen lácteo + proteína de soya; 4 = sustituto con proteína de origen lácteo + proteína de plasma animal; 5 = sustituto con proteína de suero lácteo + proteína de soya.

5.1.5. Incidencia de diarreas

La incidencia de diarreas de los grados 1, 2, y 3, total acumulada y promedio por día becerro durante la fase de crianza fue aritméticamente menor en los becerros del tratamiento 1, alimentados con leche entera, seguida de los becerros del tratamiento 4, alimentados con sustituto a base de proteína láctea + plasma animal. En cambio, los

becerros de los demás tratamientos, principalmente de los tratamientos 3 y 5, alimentados con sustitutos que incluía proteína de soya, manifestaron la mayor incidencia y grado de gravedad de diarreas. Los becerros del tratamiento 3 y 5 manifestaron una incidencia aproximada del 19% de diarreas por día, mientras que los becerros del tratamiento 1 tuvieron una incidencia del 7.12% por día. La incidencia de diarreas puede estar asociada al grado de aceptación a nivel digestivo de los nutrimentos y fuentes empleadas en la elaboración de los sustitutos por el becerro.

La mayor incidencia de diarreas en los tratamientos 3 y 5, seguramente esta relacionado con el hecho de que los sustitutos utilizados poseían proteína de suero y de soya como fuente parcial de proteína, la cual probablemente no fue digerida adecuadamente por el becerro ocasionándole mayor frecuencia de diarreas. El suero es un subproducto de la elaboración de quesos, es rico en lactosa (73.8%), pero se recomienda incluirlo en un 20% como máximo en los sustitutos de leche ya que a mayor nivel incrementan la incidencia de diarreas debido posiblemente al alto contenido mineral (Roy, 1972; Ledezma, citado por Torres, 1988). Mientras que la soya puede poseer factores antinutricionales, como la tripsina, o bien puede ocasionar aplanamiento de las vellosidades del intestino, limitando su absorción, y por tanto incrementado la incidencia de diarreas cuando se usa proteína de soya en la elaboración de los sustitutos (Roy, 1972; De Alba, 1974; Torres, 1988; Edwards, 1993).

Cuadro 11. Incidencia acumulada de diarreas por grado de gravedad en machos Holstein durante la crianza, alimentados con leche entera o sustituto de leche

Grado	TRATAMIENTOS ¹				
	1	2	3	4	5
1	14	20	29	13	17
2	4	22	22	21	28
3	14	31	35	25	43
Total	32	73	86	59	88
Promedio	7.12	16.29	19.19	13.16	19.64

día⁻¹ becerro⁻¹ ,

%

¹ 1 = leche entera (control); 2 = sustituto de leche con proteína de origen lácteo; 3 = sustituto con proteína de origen lácteo + proteína de soya; 4 = sustituto con proteína de origen lácteo + proteína de plasma animal; 5 = sustituto con proteína de suero lácteo + proteína de soya.

Grado 1 = leve, 2 = media, 3 = aguda

5.2. Comportamiento posdestete

5.2.1. Consumo de concentrado

Durante el mes siguiente al destete el consumo de concentrado fue diferente ($P<0.05$) entre tratamientos. Los becerros alimentados en la fase de crianza con leche entera correspondientes al tratamiento 1 consumieron durante el mes posterior al destete $3.220 \text{ kg becerro}^{-1} \text{ día}^{-1}$ de concentrado, similar ($P<0.05$) a los becerros del tratamiento 4 (sustituto a base de proteína láctea + plasma animal) que fue de $2.860 \text{ kg becerro}^{-1} \text{ día}^{-1}$; pero mayor ($P<0.05$) en 17.6, 22.9 y 16.8 % al consumo de concentrado observado en los becerros de los tratamientos 2, 3 y 5 (sustituto con proteína 100% láctea, proteína láctea + proteína de soya, y proteína de suero lácteo + proteína de soya, respectivamente), los cuales entre sí manifestaron consumos similares (Cuadro 12).

Cuando el consumo de concentrado se estimó por peso metabólico se observaron similares ($P>0.05$) consumos de concentrado entre los tratamientos 1 y 5, los cuales fueron mayores ($P=0.0645$) a los observados en los becerros de los tratamientos 2, 3 y 4, los que entre sí resultaron idénticos ($P>0.05$; Cuadro 12).

El consumo de concentrado posdestete puede estar asociado a la efectividad del desarrollo ruminal del becerro durante la crianza, para pasar de un prerumiante, dependiente de alimento líquido a un rumiante funcional dependiente de alimento sólido.

5.2.2. Consumo de alfalfa

El consumo de alfalfa en posdestete hasta un mes después fue en promedio de 0.221 kg becerro⁻¹ día⁻¹, variando de 0.186 a 0.270 kg becerro⁻¹ día⁻¹, sin diferencias entre tratamientos (P=0.9160; Cuadro 12).

5.2.3. Ganancia diaria de peso

La ganancia de peso durante el siguiente mes al destete fue de 1.01 kg becerro⁻¹ día⁻¹, similar (P>0.05) a la ganancia de los becerros del tratamiento 4 que fue de 0.984 kg becerro⁻¹ día⁻¹; ambas mayores (P=.0627) a las estimadas en los becerros de los tratamientos 2, 3 y 5 que fueron de 0.770, 0.650 y 0.624 kg becerro⁻¹ día⁻¹, respectivamente, los cuales resultaron entre sí similares (Cuadro 12).

El mayor consumo de concentrado posdestete de los becerros de los tratamientos 1 y 4 les permitió sostener las mayores ganancias de peso y con ello también alcanzar al mes del destete los mayores pesos vivos (103.9 y 103.5 kg becerro⁻¹) en comparación a los becerros de los tratamientos 2, 3 y 5, los cuales manifestaron menor consumo de concentrado, tuvieron las menores ganancias de peso y alcanzaron los menores (P=0.0310) pesos vivos al mes de ser destetados, que fueron de 92.1, 80.6 y 79.2 kg becerro⁻¹, respectivamente (Cuadro 12).

5.2.4. Conversión alimenticia

La conversión alimenticia fue similar (P=1856) entre tratamientos, con la tendencia a ser mejor en los becerros del tratamiento 4 con 3.13 kg de alimento kg ganancia⁻¹ y más

alta en los becerros del tratamiento 5 que fue de 4.60 kg de alimento kg ganancia⁻¹ (Cuadro 12).

Cuadro 12. Comportamiento de machos Holstein después del destete (semana 9- 12 de edad).

Concepto	TRATAMIENTOS ¹					Pr > F
	1	2	3	4	5	
	----- kg becerro ⁻¹ día ⁻¹ -----					
Consumo de concentrado	3.220 ^a	2.652 ^b	2.481 ^b	2.860 ^{ab}	2.678 ^b	0.0397
g kg ^{PV .75}	0.111 ^a	0.098 ^b	0.101 ^b	0.098 ^b	0.110 ^a	0.0645
Consumo de alfalfa	0.270 ^a	0.186 ^a	0.230 ^a	0.225 ^a	0.195 ^a	0.9160
Ganancia diaria de peso	1.010 ^a	0.770 ^b	0.650 ^b	0.984 ^a	0.624 ^b	0.0627
Conversión alimenticia	3.487 ^a	3.685 ^a	4.170 ^a	3.135 ^a	4.604 ^a	0.1856
(Consumo Ganancia ⁻¹)						
Peso vivo inicial – al destete	73.61 ^a	69.06 ^a	61.15 ^b	74.05 ^a	60.52 ^b	0.0410
Peso vivo final (Edad de 87 días)	103.91 ^a	92.16 ^{ab}	80.65 ^b	103.57 ^a	79.24 ^b	0.0310

^{ab} Medias con diferente literal dentro de hilera son diferentes (P<0.05)

¹ 1 = leche entera (control); 2 = sustituto de leche con proteína de origen lácteo; 3 = sustituto con proteína de origen lácteo + proteína de soya; 4 = sustituto con proteína de origen lácteo + proteína de plasma animal; 5 = sustituto con proteína de suero lácteo + proteína de soya.

5.3. Egresos económicos en fase de crianza

Los egresos por concepto de alimentación de dietas líquidas (leche o sustituto) durante la crianza fueron de \$ 684.00 por becerro para el tratamiento 1 alimentados con leche entera, el cual resultó 41.8, 47.5, 40.0 y 57.6% más caro que los gastos por alimentación que se tuvieron por becerro durante la crianza de los tratamientos 2, 3, 4 y 5, respectivamente, todos éstos alimentados con sustitutos de leche (Cuadro 13).

Los egresos por concepto de consumo de concentrado fueron mayores en los becerros del tratamiento 2 y 5 y menor en los del tratamiento 1 (\$ 113.06, 114.68 y 80.08, respectivamente), dado que los primeros manifestaron mayor consumo de concentrado en un intento de compensar el menor consumo de nutrimentos de los sustitutos en comparación a la leche, que fue el caso de los becerros del tratamiento 1, tal vez por eso el menor consumo de concentrado en estos becerros (Cuadro 13).

Los egresos por concepto de consumo de alfalfa y medicamentos en manejo inicial y preventivo fueron similares por becerro entre los distintos tratamientos. En cambio, donde se tuvieron egresos diferentes fue en los costos por concepto de uso de sueros rehidratantes y antibióticos para el tratamiento de diarreas. En este concepto, los mayores egresos se tuvieron en los becerros del tratamiento 5 y 3 y los menores en los becerros del tratamiento 1.

Considerando la suma de todos los conceptos, los egresos totales por becerro por crianza, fueron de \$1,305.7, 1,067.6, 1,005.2, 1,055.1 y 968.1 para los tratamientos 1, 2, 3, 4 y 5, respectivamente. Como se puede observar el costo tiende a ser mucho

mayor cuando los becerros se alimentan con leche entera en comparación a los sustitutos. Dentro de éstos, los egresos fueron menores cuando se uso sustituto a base de proteína de suero lácteo y soya, por ser éste el más económico. Sin embargo, al estimar los egresos por kilogramo de peso vivo ganado durante la crianza, las inferencias pueden ser distintas. En este caso los egresos fueron de \$24.18, 20.15, 24.46, 16.75 y 23.61 para los tratamientos 1, 2, 3, 4 y 5, respectivamente. Como se puede observar el kilogramo mas caro se obtiene con los becerros con leche entera (tratamiento 1) y con los sustitutos de los tratamientos 3 y 5 que incluían proteína de soya; mientras que los menores egresos por kg de peso vivo ganado durante la crianza se estimaron en los becerros de los tratamientos 2 y 4, que correspondían a los sustitutos con proteína láctea 100% lo enriquecida con plasma animal (Cuadro 13).

Cuadro 13. Egresos económicos durante la crianza de machos Holstein, alimentados con leche entera o sustituto de leche (por becerro a costo de abril de 1999).

Concepto	Tratamientos ¹					
	Unidad	1	2	3	4	5
Beceros	Cabezas	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00
Leche o Sustituto						
Becerro día ⁻¹	kg	4.0	0.45	0.45	0.45	0.45
Becerro crianza ⁻¹	kg	228.0	25.65	25.65	25.65	25.65
Costo	\$ kg ⁻¹	3.00	15.50	14.00	16.00	11.30
	\$ Crianza ⁻¹	684.00	397.75	359.10	410.40	289.84
Concentrado						
Día	Kg becerro ⁻¹	0.493	0.696	0.526	0.566	0.706
Crianza	Kg becerro ⁻¹	28.10	39.67	29.98	32.26	40.24
Costo (\$ 2.85 kg ⁻¹)	\$ crianza ⁻¹	80.08	113.06	85.44	91.94	114.68
Alfalfa						
Día	Kg becerro ⁻¹	0.085	0.069	0.059	0.086	0.062
Crianza	Kg becerro ⁻¹	4.84	3.93	3.36	4.90	3.53
Costo (\$ 2.00 kg ⁻¹)	\$ crianza ⁻¹	9.69	7.86	6.72	9.80	7.06
Medicamentos	\$ crianza ⁻¹	18.45	18.45	18.45	18.45	18.45
Vit. A D E	\$ crianza ⁻¹	1.80	1.8	1.8	1.8	1.8
Dosis		1	1	1	1	1

Costo / dosis	\$	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
Complejo B		1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
Dosis		1	1	1	1	1
Costo / dosis	\$	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
Desparasitante		11.25	11.25	11.25	11.25	11.25
Dosis		1	1	1	1	1
Costo / dosis	\$	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25
Bacterina mixta Bov		4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Dosis		1	1	1	1	1
Costo / dosis	\$	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Sueros rehidratantes		3.50	7.74	8.74	6.24	10.54
Sobres	Crianza ⁻¹	1.75	3.87	4.37	3.12	5.37
Costo / sobre	\$	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Antibióticos		10.00	22.75	26.75	18.25	27.50
Dosis	Crianza ⁻¹	4.00	9.1	10.7	7.3	11.0
Costo / dosis	\$	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Total	\$ Crianza⁻¹	1305.72	1067.61	1005.20	1055.08	968.07
Costo/kg PV al destete	\$	17.73	15.45	16.43	14.24	15.99
Costo/kg PV ganado en	\$	24.18	20.15	24.46	16.79	23.61
crianza						

¹ 1 = leche entera (control); 2 = sustituto de leche con proteína de origen lácteo; 3 = sustituto con proteína de origen lácteo + proteína de soya; 4 = sustituto con proteína de origen lácteo + proteína de plasma animal; 5 = sustituto con proteína de suero lácteo + proteína de soya.

VI. CONCLUSIONES

El consumo de concentrado durante la crianza fue mayor con los sustitutos de leche que poseían proteína láctea con proteína de soya. Mientras que el consumo de alfalfa fue similar entre tratamientos.

Los becerros alimentados durante la crianza con leche entera y sustitutos elaborados a base de proteína láctea y/o plasma animal tuvieron las máximas ganancias de peso y la menor incidencia y gravedad de diarreas. Observando lo contrario en los becerros alimentados con los sustitutos que incluían proteína de soya.

Durante el mes siguiente al destete los mayores consumos de concentrado y ganancias diarias de peso se observaron en los becerros que en crianza se alimentaron con leche entera y sustituto con proteína láctea + plasma animal.

El mayor costo por becerro destetado se tuvo con leche entera y el menor con sustituto de proteína de suero láctea más proteína de soya. Sin embargo, por unidad de peso vivo ganando durante la crianza el menor costo se observó con sustituto a base de proteína láctea y/o de plasma animal.

VII. LITERATURA CITADA

- Abdelgadir, I.E.O., J.L. Morril, and J.J. Higgins. 1996. Effect of roasted soybean and corn on performance and ruminal and blood metabolites of dairy calves. J. Dairy Sci. 79(3): 465-474.
- Abundez, R.N.R., V.X.G. Cornejo, 1993. Cría de becerros lactantes de la raza Holstein bajo condiciones de pastoreo en una pradera asociada gramínea (*Dactylis glomerata* L. Var. Potomac) y leguminosa (*Medicago sativa* L. Var. Valenciana). Tesis profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 65 p.
- Akayezu, J.M., J.G. Linn, D.E. Otterby, W.P. Hansen, and D.G. Johnson. 1994. Evaluation of calf starters containing different amounts of protein crude for growth of Holstein calves. J. Dairy Sci. 77:1882-1889.
- Álvarez, M. A., 1998. El sistema lechero en México: Situación actual y perspectivas. En: Memoria de la Reunión Nacional de instigación Pecuaria. Querétaro, México. pp. 150-164.
- Cámara Nacional de Industriales de la Leche. 1997. Boletines informativos. México, D. F. 30 p.
- CANACINTRA. 1997. La Industria Alimenticia Animal en México. Sección de Fabricantes de Alimentos Balanceados. México, D. F. Pp. 21
- Confederación Nacional Ganadera. 1997. Boletines informativos. Pp.1-60.

- Chao Xu, T. Wensing, R. V. D. Meer, A. C. Beynen, 1997. Mechanism explaining why dietary soya protein vs. skim-milk protein lowers fat digestion in veal calves. *Livestock production science* 52: 219-227.
- De Alba, J., 1974. Alimentación del Ganado en América Latina, 2° Ed., Editorial Fournier. Pp. 292.
- Edwards, J. 1993. Formulación de sustitutos de leche, manejo para mejorar el desarrollo del becerro y control de diarreas. En: Memoria Curso Internacional Avanzado de Nutrición de Rumiantes. Ortega, C.M. y Mendoza M. (Eds.), 2-4 junio. Colegio de posgraduados Montecillo, México. Pp. 5-8
- Edwards, J. 1996. Lógica en las recomendaciones para la nutrición de los terneros del nacimiento al destete. En: Memorias del Ciclo de Conferencias: Actualidades en Alimentación de Ganado Lechero. 21 de mayo. AMENA. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México. Pp. 1-26.
- García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Tercera edición. Editorial FOCET. 246 p.
- Gonzalez, M.C., S.A. Aluja. 1990. Estudio etiológico de los problemas diarreicos en becerras lactantes. *Veterinaria México*, XXI : 4.
- Grupo LaLa, 1997. I. Demostración de crianza de becerras y vaquillas de reemplazo.
- Harouna, A.M., D.J. Schingoete, C.L. Fenton, W.L. Tucker and D.P. Casper. 1994. Response of calves to diets that varied in amounts of ruminally degradable carbohydrate and protein. *J. Dairy Sci.* 77(1): 278-283.

- Huber, J.T., and O.F. Campos. 1982. Enzymatic hidrolisate of fish, spray-dried fish solubles, and soybean protein concentrate in milk replacers for calves. *J. Dairy Sci.* 65:2351-2356.
- Kurz M. M. and L.B. Willet. 1991. Carbohydrate, Enzyme, and Hematology Dynamics in Newborn Calves. *J. Dairy Sci.* 74(7): 2109-2118.
- Lalles, J.P., P. Bouchez, L. Roger. 1995. Antigenicity and digestive utilization of four Soya products by preruminant calf. *Livestock production Science.* 41:29-38.
- Land O'Lakes, 1997. Guía para el uso de sustitutos de leche para terneros. Land O'Lakes inc. St. Paul, MN. U.S.A. pp. 1-14.
- Llamas LL. G. 1996. Producción de vaquillas de reemplazo: Talón de aquiles de la ganadería lechera en México. En: *Memorias del Ciclo de Conferencias. Actualidades en Alimentación de Ganado Lechero.* 21 de mayo. AMENA. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México. Pp. 27-39.
- Merchen N.R0. 1993. Digestión, absorción y excreción en los rumiantes. En: *El Rumiante, Fisiología Digestiva y Nutrición.* Church, D.C. (ed.). Editorial ACRIBIA,S.A. Zaragoza España. pp: 191-224.
- Morrill, J.L., J.M. Morrill, and A.M. Foyerherm, J.F. lasters. 1995. Plasma proteins and a probiotic as ingredients in milk replacers. *J. Dairy Sci.* 78:902-907.
- NRC. 1988. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Natl. Acad. Sci. Washington, D. C. U.S.A.

- Otterby, D.E. and J.G. Linn, 1992. Liquid feeding programs for young dairy calves. The national dairy database: Young stock and veal. Minnesota. Pp: 1-9.
- Preston, T.R., and M.B. Willis. 1974. Producción Intensiva de Carne. Ed. Diana. México, 6:213-347.
- Quigley J.D. 1996. Influence of weaning method on growth, intake, and selected blood metabolites in Jersey Calves. J. Dairy Sci. 79(12): 2255-2260.
- Quigley J.D. and J.K. Bernard. 1996. Milk Replacers with or without animal plasma for dairy calves. J. Dairy Sci. 79(10): 1881-1884.
- Quigley, J. 1998. Notas acerca de terneros. Corporación Americana de Proteínas. North Loop Drive, Ames, Iowa USA. Pp. 1-3
- Roy, J.H.B. 1972. El Ternero. Manejo y alimentación. Ed. Acribia, Zaragoza, España. 86 p.
- Ruckebusch, Y. 1988. Motilidad del conducto gastro-intestinal. En: El Rumiante, Fisiología Digestiva y Nutrición. Church, D.C. (ed.). Editorial ACRIBIA, S.A. Zaragoza, España. pp: 69-116.
- SAGAR. 1998. Centro de Estadística Agropecuaria. Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. En: www.sagar.gob.mx.
- SAS. 1989. SAS User's Guide. Statistics SAS Inst. Inc., Cary , N. C.
- Sidney J.L. 1988. Crecimiento y desarrollo del aparato digestivo de los rumiantes. En: El Rumiante, Fisiología Digestiva y Nutrición. Church, D.C. (ed.). Editorial ACRIBIA,S.A. Zaragoza, España. Pp: 47-68.

- Sidney J.L., y J.T. Huber. 1993. Digestión, metabolismo y necesidades nutritivas en prerumiantes. . En: El Rumiante, Fisiología Digestiva y Nutrición. Church, D.C. (ed.). Editorial ACRIBIA, S.A. Zaragoza España. Pp: 457-480.
- Sommerfeldt, J.L. 1992. Milk replacers for dairy cattle. . The national dairy database: Young stock and veal. South Dakota. USA. Pp: 1-4.
- Steel , R. G. D. and J. H. Torrie. 1988. Principles and Procedures of Statistics A Biometrical Approach (2ª ed) Mc Graw Hill. Book Co. N. Y. USA.
- Thompson, D.U. and E.M. Weaver. 1998. USDA inspected, edible, blood proteins in calf milk replacers. APC discoveries. Pp: 1-9.
- Torres, A.M.C. 1988. Los sustitutos de leche y la soya como elemento importante en su formulación. Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León, México. Pp 1-22.
- Toullec, R., J.P. Lalles and P. Bouchez. 1994. replacements of skim milk with soya bean protein concentrates and whey in milk replacers for veal calves. Animal feed Science and technology. 50:101-112.
- Vargas, J.D., H. Hernández, y F. Añez. 1990. Incidencia de Rotavirus en las diarreas de terneros de la costa oriental del lago de Maracaibo, Venezuela. Veterinaria México. 21:1990.
- Zavala, G. L. E., 2000. Desarrollo de vaquillas Holstein con inclusión de ionoforos en la dieta. Tesis de Maestría. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. pp. 6-9.

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH

