



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA



ALIMENTACIÓN DE BECERROS HOLSTEIN CON SUERO DE LECHE

Por:

Adriana Aguilar Bravo

**Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo Zootecnista**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA



ALIMENTACIÓN DE BECERROS HOLSTEIN CON SUERO DE LECHE

Por:

Adriana Aguilar Bravo

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Asesor

M.C Felipe de Jesús Morón Cedillo

Revisores

I.A.Z Francisco Reynaldo Villalpando Domínguez

I.A.Z Francisco Javier Almendarez Navarro

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

Juana Bravo Rivera

Leonardo Aguilar Bravo

Por toda la confianza, cariño, paciencia y apoyo durante mi carrera, gracias por todo, los quiero mucho.

A MIS HERMANOS

Oswaldo Aguilar Bravo

Leonardo Aguilar Bravo

Por su cariño y apoyo brindado, gracias, los quiero mucho.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Agronomía – UASLP por mi formación profesional.

A MI ASESOR

M.C. Felipe de Jesús Morón Cedillo por su apoyo en la elaboración de este proyecto, el tiempo, la paciencia y por sus consejos durante mi carrera, gracias por todo.

A MIS REVISORES

Por su apoyo y tiempo para la revisión del presente estudio, gracias.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
CONTENIDO.....	v
INDICE DE CUADROS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
SUMMARY.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Características y Propiedades del Suero de Leche.....	3
Comportamiento de Becerros por Desarrollo del Rumen (Gotera Esofágica).....	7
La Gotera Esofágica.....	9
Usos del Suero de Leche en Alimentación de Otras Especies Animal.....	12
MATERIALES Y METODOS.....	15
Localización.....	15
Material y Equipo.....	15
Animales.....	15
Manejo.....	15
Suero de Leche.....	16
Alimento.....	16
Tratamiento Testigo.....	16
Tratamiento.....	16
Variables.....	17
Análisis estadístico.....	17

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
Cambios de Peso.....	19
CONCLUSIONES.....	21
LITERATURA CITADA.....	22

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Características del suero de leche.....	3
2	Características del suero de leche (en base húmeda).....	6
3	Composición del suero.....	7
4	Crecimiento diferenciado de los distintos comportamiento del estomago de un rumiante como porcentaje total.....	10
5	Alimento ofrecido a becerros Holstein del tratamiento de testigo de acuerdo al peso vivo promedio (60, 75 y 125 Kg).....	16
6	Alimento ofrecido en kilogramos a becerros Holstein del tratamiento de acuerdo al peso vivo promedio (60, 75 y 125 Kg).....	17
7	Valores alimenticios de la dieta ofrecida a becerros Holstein. con peso vivo de 60, 75 y 125 Kg.....	17
8	Efecto de la dieta con suero de leche en el peso vivo (Kg) de becerros Holstein.....	19
9	Efecto de la dieta con suero de leche en la ganancia diaria de peso (g día^{-1} animal ⁻¹) de becerros Holstein.....	19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Canal reticular en terneros.....	9
2	Evaluación del estómago del bovino y las proporciones de las cuatro cavidades estomacales, al nacimiento y del bovino adulto.....	10

RESUMEN

El suero de leche es un subproducto de la industria quesera, tiene lactosa y proteínas de alto valor biológico y gran potencial como alimento para rumiantes. En México las queserías artesanales procesan 2000 a 10 000 L de leche diarios. La mayor parte del suero de leche es desechado a los mantos acuíferos o al suelo, no ha sido un subproducto útil debido principalmente a su alto contenido acuoso y rápida descomposición. Por tal motivo el suero de leche fresco puede tener uso en la alimentación de becerros. Con el objetivo del estudio fue analizar la ganancia de peso en becerros alimentados con suero de leche. Para este estudio se utilizaron 6 becerros de la raza Holstein, se distribuyeron en dos grupos: 1) la ración tratamiento se alimentó con suero de leche, alfalfa y concentrado, 2) el tratamiento testigo fue alimentado con alfalfa y concentrado. En el análisis estadístico se analizó el peso vivo y la ganancia de peso diario. Las ganancias de peso vivo para los animales en estudio fueron de 114.93 gr del tratamiento *vs* 85.93 gr del testigo, no existiendo diferencia entre tratamientos ($P>0.05$). La ganancia diaria de peso por día de los animales fue mayor en el tratamiento ($P<0.01$) que en el testigo (556 grs. *Vs* 401 grs.) durante el periodo experimental. El suero de leche de quesería resultó un sub producto de la industria del queso con buen contenido de nutrientes para ser potencialmente utilizado en la alimentación de becerros

SUMMARY

Whey is a byproduct of the cheese industry, is lactose and protein of high biological value and great potential as feed for ruminants. The artisan cheese In Mexico, produce 2000 to 10 000 L of milk daily. Most of the whey is disposed to groundwater or soil, hasn't been a useful byproduct mainly due to its high water content and rapid decomposition. Therefore fresh whey may be used for feeding calves. With the aim was to analyze weight gain in calves fed whey. For this study we used 6 Holstein calves were distributed in two groups: 1) food ration treatment with whey, alfalfa and concentrate, 2) the control treatment was fed alfalfa and concentrated. In the statistical analysis, the body weight and daily weight gain was analyzed. The live weight gains for animals in the study were 114.93 g treatment vs 85.93 g. of the control treatment, there are no differences between treatments ($P > 0.05$). The daily weight gain per day of the animals was higher in the treatment ($P < 0.01$) than in the control (556 g vs 401 g) during the experimental period. The cheese whey was a by-product of the cheese industry with good content of nutrients to be potentially used for feeding calves.

El trabajo titulado “**ALIMENTACIÓN DE BECERROS HOLSTEIN CON SUERO DE LECHE**” fue realizado por: **Adriana Aguilar Bravo**, como requisito parcial para obtener el título de “**Ingeniero Agrónomo Zootecnista**” y fue revisado y aprobado por el suscrito comité de tesis.

M.C Felipe de Jesús Morón Cedillo

Asesor

I.A.Z Francisco R. Villalpando Domínguez

Revisor

I.A.Z Francisco Javier Almendarez Navarro

Revisor

Ejido Palma de la Cruz, municipio de Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, a los 17 días del mes de octubre de 2011.

INTRODUCCIÓN

La ganadería lechera en México se alimenta básicamente del forraje y concentrado. Así, los becerros destetados dependen de la leche o sustitutos de leche, principalmente, y de un concentrado iniciador para mantenerse y crecer adecuadamente. Esta etapa es la más descuidada en la alimentación en el proceso de la recría; porque los productores se ocupan más por la producción de leche y esto trae como consecuencia una mala nutrición a los becerros lo que representa un desarrollo deficiente de las crías.

Los forrajes, en unión a fuentes altamente digestibles tales como (leche, leche en polvo, suero de leche, concentrado), son necesarios para suplir los nutrientes requeridos para el crecimiento del becerro, desde edades tempranas. La naturaleza de estos alimentos aportan la fibra necesaria para el desarrollo normal de la flora microbiana del rumen del becerro, sobre todo los que en el futuro se alimentarán con pastos y forrajes principalmente. Desde el punto de vista económico, es casi imposible utilizar altos volúmenes de concentrados en nuestros sistemas de crianza de becerros (Simón, 1978).

En tal sentido es importante utilizar suplementación con sub productos de la leche que permita un desarrollo morfológico, fisiológico y bacteriano que pudiera ser uno de los principales aspectos a contemplar dentro de los sistemas de cría de becerros; con el máximo uso de la dieta básica disponible, se ha estudiado que es biológicamente posible suplementar becerros jóvenes con suero de leche y practicar destete en menor tiempo, una vez que se logró que al becerro le funcione de manera óptima el rumen (y que pudiera consumir pasto). Esta estrategia estimula el desarrollo papilar a través de los Ácidos Grasos Volátiles (AGV) producidos por la acción de la microflora presente en el rumen, principalmente el ácido butírico. Una de las ventajas más notables en la crianza del ternero es la posibilidad de utilizar subproductos de la industria lechera y derivados, cuyos precios son inferiores que la leche entera (Quigley, 2001).

Objetivo

Determinar la ganancia de peso en becerros destetados suplementados con suero de leche de quesería.

REVISIÓN DE LITERATURA

Características y Propiedades del Suero de Leche

El suero corresponde a la fracción acuosa que se separa de la cuajada durante la fabricación del queso, contiene aproximadamente un 95% de agua y retiene alrededor de un 55% de nutrientes de la leche. Después de la lactosa, la proteína es el componente más importante del suero.

Las proteínas que componen al suero son cuatro:

- Lactoglobulinas, corresponde a un 57.5%,
- Lactoalbúminas, corresponde a un 20.9%,
- Inmunoglobulinas, corresponde a un 15.1%,
- Albúminas bovino séricas, corresponden a un 6.5%.

Estas proteínas son de bajo peso molecular, alta solubilidad y alto valor nutritivo. Son ricas en aminoácidos como lisina, triptófano, metionina y cistina (Silva, 1997).

Se estima que a partir de 10 litros de leche de vaca se puede producir de 1 a 2 kg de queso y un promedio de 8 a 9 kg de suero. Al representar cerca del 90% del volumen de la leche, contiene la mayor parte de los compuestos hidrosolubles de ésta, el 95% de lactosa (azúcar de la leche), el 25% de las proteínas y el 8% de la materia grasa de la leche. Su composición varía dependiendo del origen de la leche y el tipo de queso elaborado, pero en general el contenido aproximado es de:

Cuadro 1. Característica del suero de leche.

VARIABLE	CONTENIDO
Agua	93.1%
Lactosa	4.9%
Proteína Cruda	0.9%
Cenizas	0.6%
Grasa	0.3%
Acido Láctico	0.2%

Cerca del 70% de la proteína cruda que se encuentra en el suero corresponde a proteínas con un valor nutritivo superior al de la caseína, como son β -lacto globulina, α -lacto globulina, inmunoglobulinas, proteasa-peptonas y enzimas nativas. De acuerdo a su acidez, el suero se divide en dulce (pH mayor de 8), medio ácido (pH 5-5.8) y ácido (pH menor a 5). En México, el suero que se produce es dulce y medio ácido (García *et al.*, 1993 y Kirk *et al.*, 2005).

Los porcentajes anteriores nos indican el enorme desperdicio de nutrientes en la fabricación del queso. Las proteínas y la lactosa se transforman en contaminantes cuando el líquido es arrojado al ambiente sin ningún tipo de tratamiento, ya que la carga de materia orgánica que contiene permite la reproducción de microorganismos produciendo cambios significativos en la DBO (demanda bioquímica de oxígeno) del agua contaminada (Valencia y Ramírez, 2009).

Los países productores de queso y por ende de suero de leche más importante son Estados Unidos, Francia, Alemania e Italia. La producción mundial anual de suero lácteo es de aproximadamente 145 millones de toneladas, de las cuales 6 millones son de lactosa (Carrillo, 2002).

El éxito de los productos lácteos y la obtención de nuevos productos ha aumentado la producción de suero de leche, la cual se incrementa año con año, situación de la que nuestro país no es la excepción. El suero producido en México es de cerca de 1 millón de toneladas y contiene 50 mil toneladas de lactosa y 5 mil toneladas de proteína verdadera. A pesar de esta riqueza nutricional, potencialmente utilizable, el 47% de suero de leche es descargado al drenaje y llega a ríos y suelos, causando un problema serio de contaminación. La descarga continua de suero en estos ecosistemas altera sus propiedades fisicoquímicas. En el caso de los suelos, disminuye el rendimiento de las cosechas, pero además se observa el fenómeno de lixiviación. Este fenómeno se presenta porque el suero de leche contiene nitrógeno soluble en agua, el cual es arrastrado a través de diversas capas llegando hasta los mantos freáticos y convirtiéndose en un peligro para la salud de los animales y humanos. Una industria quesera media que produzca diariamente 40,000 litros de suero sin depurar genera una contaminación diaria similar a una población de 1, 250,000 habitantes. Por ello es importante que las

industrias lácteas utilicen el suero de leche con el fin de no contaminar el ambiente (Valencia y Ramírez, 2009).

La aportación del suero de las plantas de queso es un grave contribuyente a la contaminación. Aproximadamente el 88% de la leche en las plantas productoras de queso termina como suero. De acuerdo a (Webb y Whittier 1970) aproximadamente 10 millones de toneladas de suero de leche se producen anualmente en los Estados Unidos, de esta cantidad, aproximadamente la mitad se utiliza en la alimentación animal y los alimentos humanos, y el resto se desperdicia. La parte desperdiciada probablemente se descargan en los arroyos y alcantarillas. El efecto contaminante de 100 kg de suero de leche como medida por la demanda biológica de oxígeno es equivalente a una pérdida diaria de 45 personas (Milk Industry Foundation. 1967). Así, el efecto anual de contaminantes suero de leche desperdiciada equivale a los desechos de 6,3 millones de personas. Las grandes plantas de queso puede sacar suero de la vista económica, pero las plantas pequeñas no pueden. Debido a que el queso de las plantas debe disponer de su suero de leche, las alternativas de suero de leche vertidos en los arroyos o alcantarillas serán necesarias. Una alternativa es llevar suero de leche a las explotaciones agrícolas para la alimentación animal. Este uso ha sido revisado por (Groves y Graf 1965, Oborn, 1968, y Webb y Whittier, 1970). En Wisconsin, el 89% plantas que producen queso dan parte del suero de leche a los agricultores, sobre todo para la alimentación a los cerdos. Pero este uso es estacional. El suero de leche contiene cerca de un 7% de sólidos compuesto de 4,9% de lactosa 0,9% de nitrógeno, 0.6% de cenizas, y una pequeña cantidad de grasa, ácidos láctico y vitaminas. Así, el suero es suministro de nutrientes adicionales para el ganado. El suero de leche que alimenta a los terneros fue tan beneficioso como un sustituto de leche que fue principalmente hecho de fuentes vegetales (Noller, *et al.* 1956, Morrill *et al.* 1971). El crecimiento obtenido en terneros lecheros alimentados con sustituto de leche reconstituida, con 68% de los sólidos de suero de leche dulce, fue satisfactorio. La alimentación con suero de leche en polvo hasta el 10% de la ración fue benéfica, pero más del 20% causó diarrea en terneros (Tliggs, y Beat, 1947). Vaquillas alimentadas con suero de leche deshidratado tuvieron ganancias más rápidas que aquellas que no recibieron suero (Woods y Burroughs, 1962) Hasta 1973, se comenzó a utilizar el suero líquido en la alimentación animal como lo

demuestran los trabajos de (Nilson y Welch, 1973; Nilson y Welch, 1974) confirman que el reciclado de suero líquido podría ser un método lógico para la eliminación de los excedentes suero de leche.

El suero de leche derivado de las queserías ha sido utilizado en alimentación de cerdos, pues es una fuente de energía y nitrógeno que también es bien utilizado por pre-rumiantes y rumiantes (Thivend, 1978). En algunos países se maneja y alimenta al becerro macho (especialmente Holstein) como ganado productor de carne, aprovechando en esa forma su capacidad para crecer a un ritmo comparable e incluso superior al de animales de las razas especializadas en la producción de carne (Wellington, 1971).

La alimentación al ganado con suero de leche es recomendable ya que contiene una buena fuente de nutrientes pudiéndose obtener de queserías locales a bajo costo (Anderson *et al.*, 1974; Nilson y Welch, 1974).

La utilización con fines alimenticios es una necesidad, si consideramos que existen zonas que producen bastante queso y existe un alto volumen de producción de suero, que en la mayoría de los casos es sub utilizada representando un problema de contaminación ambiental; de acuerdo a la alimentación de becerros permite darle una utilidad al suero que se produce en la industria quesera para alimentación animal en ganaderías, afronta la nula utilización del suero de leche en becerros y evita la contaminación ambiental (FAO, 2010).

Cuadro 2. Característica del suero de leche (en base húmeda).

Variable	Promedio
Acidez, %	2.14
pH	5.6
Proteína, %	2.19
Grasa, %	0.46
Sólidos totales, %	7.09

Montero-Lagunes, 2009

Contenido de humedad del SL es usualmente alto (94%), lo que favorece el crecimiento de microorganismos como hongos, levaduras, bacterias ácido lácticas y *Enterobacteriaceae*. Se desconoce si esta gran variación en el contenido de nutrimentos,

aunque relativa porque sólo representa 6 % del SL, pudiera influir en el consumo diario de nutrientes, y por tanto, en el desarrollo de becerros alimentados con SL.

Cuadro 3. Composición del suero.

Materia seca	6,5 (6,7) %
Proteína	0,7 – 0,8 %
Lactosa	4,9 %
Grasa	0 (0,7- 0,8% si proviene de queso grasoso)
Cenizas	0,5 – 0,6%

Pechin *et al.*, 2003

Como pueden observar, se trata de un alimento muy voluminoso, por su alta proporción de agua (93-94%), por lo que presenta una limitación muy importante para el consumo en lechones y cachorros livianos. El suero conserva el 90% de la lactosa de la leche, el 20% de la proteína, el 40% de calcio y el 43% del fosforo. Posee unas 3.500 Kcal de ED/kg de materia seca (MS), lo que, consideramos una concentración normal de MS en el suero, significa 240 Kcal de ED/litros.

Comportamiento de Becerros por Desarrollo del Rumen (Gotera Esofágica)

Al nacimiento el estómago anterior es casi igual al tamaño del abomaso en las terneras. El agrandamiento del estómago anterior ocurre con rapidez luego del nacimiento, pero la tasa del crecimiento depende del tipo de dieta (Cunningham, 1999). De manera general el desarrollo del estómago de los terneros que ingieren alimentos líquidos y sólidos, sean concentrados o forrajes o con dietas integrales, transita por diferentes fases o etapas. Así, se puede identificar una fase pre-rumiante, una fase de transición y una final de rumiante como a continuación se describe.

- Fase de pre-rumiante: El abomaso constituye el principal órgano del estómago relacionado con el proceso digestivo, pues en esta fase la alimentación es en base al uso de alimentos lácteos o sustitutos líquidos, básicamente, dependiendo casi exclusivamente de esta dieta para el aporte de nutrientes para el mantenimiento y el crecimiento. Esta fase se extiende desde el nacimiento hasta las 2 ó 3 semanas de vida, cuando el ternero inicia el consumo de alimentos sólidos, por tanto, esta fase será tan extensa, como extenso sea el período en que no se ofrezcan alimentos sólidos.

• Fase de transición: Una vez que el ternero inicia el consumo de concentrados, dependiendo de algunos factores como el estado de salud, las tasas de ganancias, disponibilidad de agua y el programa de alimentación láctea empleada, da paso al inicio de la fermentación ruminal. La producción de AGV (Ácidos Grasos Volátiles), junto al efecto físico de la dieta, son los responsables del desarrollo del rumen, que junto al abomaso constituyen los órganos implicados en la digestión, pues aún en esta fase se continúa ofreciendo alimentos líquidos, que junto a los alimentos concentrados constituyen los principales alimentos de esta etapa. Esta fase continuará hasta tanto sean ofrecidos alimentos lácteos al ternero.

• Fase de rumiante: Esta fase se inicia con el destete de los animales y dura hasta el final de su vida. Por tanto, los productos secos son la única fuente de alimentos, junto al agua que constituye un elemento imprescindible para que el proceso digestivo ruminal se lleve a cabo. En esta fase el rumen pasa a ser el principal órgano del tracto digestivo, produciendo elevadas cantidades de AGV y proteína microbiana por medio de la degradación de los alimentos ofrecidos, dependiendo de este proceso la producción de la mayor cantidad de energía y proteína que requiere el ternero, ya que algunos nutrientes no son degradados en el rumen y pasan a las partes bajas del intestino, donde se degradan por las enzimas digestivas que allí se vierte (Fournier, 1998).

Por otro lado, la respuesta que se obtiene en la crianza del ternero, guarda estrecha relación con el tipo y cantidad de alimento lácteo ofrecido. Así, se conocen resultados del uso de diferentes formas de suministro y cantidades de alimento lácteo (Plaza, 1986; Plaza y Hernández, 1996), con resultados satisfactorios en todos los casos, en dependencia de la cantidad y calidad del alimento ofrecido, tanto el lácteo, como el forraje seco complementario.

El uso eficiente de los recursos relacionados con la alimentación de los bovinos, implica el aporte de nutrientes en cantidad y calidad, y el balance entre ellos de acuerdo al nivel de producción buscado. Después de agua y la energía, las proteínas suelen constituir una de las principales limitantes en la nutrición animal. Para un óptimo crecimiento de los bovinos, el aporte de proteína en la ración debe cubrir la demanda de los microorganismos de rumen (MOr) y del animal para su mantenimiento y crecimiento. Las estimaciones de los requerimientos se basan en la Proteína Degradable

(PDR), que atiende las necesidades de la flora ruminal y en la Proteína No Degradable (PND) que junto con los MO_r es digerida en el intestino delgado, proporcionando la Proteína Metabolizable (PM) para el animal (Mac Loughlin, 2007).

La Gotera Esofágica

La gotera esofágica se extiende desde el cardias hasta el omaso, Está formada por dos pliegues musculares los cuales se pueden cerrar para dirigir materiales desde el esófago hacia el abomaso sobrepasando el rumen. La gotera esofágica es menos funcional en los rumiantes adultos que en los animales que aún están amamantando, a no ser que el estímulo se haya prolongado a la edad adulta por medio de suministro de nutrientes en tetera.

Cuando se estimula, se observa la contracción de los músculos del surco, lo que produce su acortamiento y retorcimiento. La acción de retorcimiento causa que los labios del surco se junten, formando casi un conducto que va desde el cardias hasta el canal omasal. El cierre del surco es una acción refleja que recibe impulsos eferentes del tallo encefálico a través del nervio vago. La anticipación de mamar incluye una estimulación central para el cierre de la escotadura reticular (Cunningham, 1999).

El surco esofágico tiene la función de desviar el flujo de la leche ingerida sobrepasando el estómago anterior hacia el interior del abomaso (Cunningham, 1999). Esto permite que la leche llegue al abomaso sin perder sus características nutricionales, lo que asegura una mejor utilización por parte del ternero (Silva, 1997).



Figura 1. Canal reticular en terneros

Orskov (1992), señala que el manejo que se les da a los terneros durante los primeros días de vida es muy importante para asegurar el correcto funcionamiento de la gotera esofágica. En primer lugar la adaptación al método de alimentación es esencial para que el ternero beba la leche con el mismo entusiasmo juvenil que cuando lo hace con la madre. En segundo lugar, es necesario evitar la confusión que se desarrolla cuando el ternero tiene motivos distintos para beber: el hambre de leche y la sed que se produce por el consumo de alimento sólido.

Cuadro 4. Crecimiento diferenciado de los distintos compartimientos del estómago de un rumiante como porcentaje total.

Compartimentos %	SEMANAS			
	0	4	8	12
Retículo – rumen	38	52	60	64
Omaso	13	12	13	14
Abomaso	49	36	27	22

(Curch, 1988)

El cuadro demuestra un rápido crecimiento del retículo-rumen a medida que el ternero comienza a consumir una dieta sólida, durante la primera semana de vida. Por lo tanto el abomaso disminuye su tamaño relativo. El omaso es el compartimiento que más demora en conseguir su tamaño adulto (Curch, 1988).

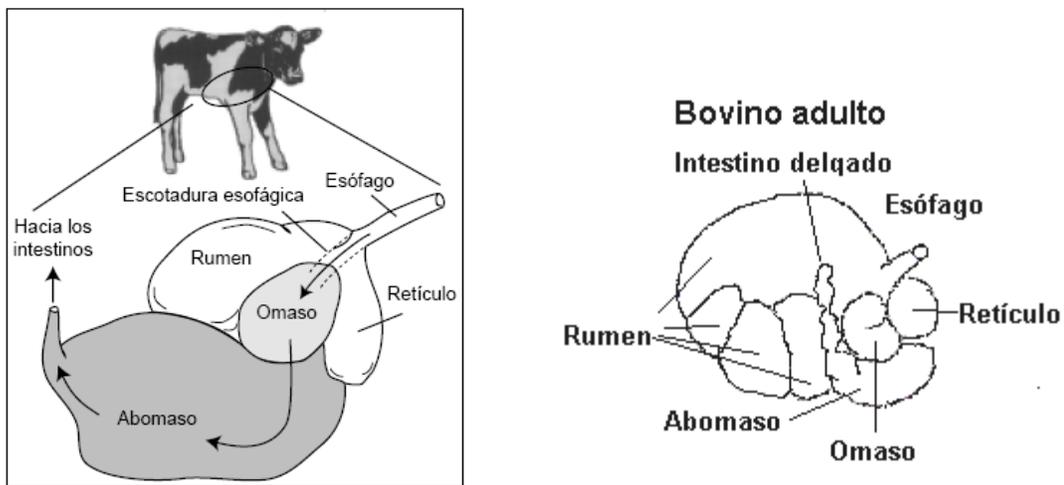


Figura 2. Evolución del estómago del bovino y las proporciones de las cuatro cavidades estomacales, al nacimiento y del bovino adulto.

De acuerdo a la figura 2 de Cunningham, (1999) afirma que cuando a los animales rumiantes jóvenes se les da acceso a alimentos sólidos poco después de nacidos, el desarrollo de los estómagos anteriores se realiza a una velocidad máxima. En el ganado bovino, el período para el desarrollo de los estómagos anteriores se divide arbitrariamente en un período no ruminal, que va desde la primera a la tercera semana y de un período transicional, que va de la tercera a la octava semana.

Si la dieta es limitada a leche líquida, natural o artificial, todos los componentes del estómago aumentan en peso y tamaño a la misma velocidad que el resto del cuerpo, pero en estas condiciones sólo el abomaso es funcional, ya que el alimento líquido evita el paso por los pre-estómagos a través del canal reticular (Prestón y Willis, 1970).

Edad de inicio del consumo de sustitutos lácteos

De manera general los sustitutos lecheros utilizados en la actualidad requieren que el consumo inicial sea en la primera semana de vida, pero después del consumo de calostro. Estos por lo general contienen más del 70% de componentes lácteos, esto es una condición impuesta por la fisiología del ternero, relacionado con la capacidad enzimática especializada en esa primera etapa de vida, hacia la utilización de los componentes lácteos únicamente, con escasos recursos fisiológicos para el uso de otras fuentes no lácteas hasta el mes de vida (Trocon y Toullec, citados por Ybalmea, 2004).

Otros afirman que la primera toma de sustitutos es a partir de los 21 días con 100g de reemplazador, para el día 31 se administra 500 g y así se va aumentando paulatinamente. Esta primera administración va de acuerdo al criterio de cada autor y sistemas de explotaciones, además de los ingredientes usados en los sustitutos lecheros.

Cantidades ofrecidas

Las cantidades de administración de un reemplazador lechero van en relación con el sistema de crianza y a los objetivos planteados en las ganancias diarias esperadas. Si se va a administrar el sustituto para terneras de reemplazo se afirma que se deben dar cantidades bajas de productos lácteos, dado que se aceptan ganancias moderadas para la etapa de pre-destete (300 – 500g/día) y se incrementa el consumo máximo de concentrados que desarrollarán al máximo el rumen convirtiéndole al ternero rápidamente en un rumiante.

Las cantidades de sustitutos lecheros guardan también estrecha relación con su composición, específicamente con el contenido y calidad de los alimentos de sustitución de los componentes lácteos, importante en terneros que consumen grandes cantidades de reemplazadores lácteos. Por ejemplo, se utilizó glutem de trigo y maíz como sustituto de la proteína láctea a partir de los 30 días, resultando que sólo sustituyen el 19% de la proteína de los reemplazadores lecheros. Pero al consumir concentrado proteico de soya hidrolizado, libre de factores anti-nutricionales en un 72% en la sustitución de la proteína láctea permitió que los terneros llegaran a consumir 2 kg/día de polvo, reconstituido en más de 14 litros. Al parecer en los sistemas de crianza donde se utilicen elevados volúmenes de reemplazadores lecheros, es conveniente preparar y proteger al ternero durante las primeras semanas, ofreciéndoles volúmenes de reemplazadores lecheros en concordancia con su capacidad digestiva y enzimática, así como prever la inclusión de limitadas cantidades de alimentos de sustitución. (Ybalmea, 2004).

Temperatura de preparación

La leche o reemplazador lácteo debe suministrársele a los animales en horarios fijos y a temperatura entre los 37 y 38°C (si la leche se suministra a temperatura ambiente o fría, la dificultad no está en la temperatura sino en la variación, entre una y otra toma la temperatura no debe cambiar, tampoco no debe cambiar de un día a otro), los cambios de temperatura de la leche provocan cambios diarreicos, debe darse en una o dos tomas diarias, cuando el número de tomas se incrementa aumenta el aprovechamiento de la leche (no más de 3 litros cada una), pero hace mas trabajoso el proceso. Una sola toma al día es buena solo si la cantidad no es elevada. (Inchausti, 1970).

Usos del Suero de Leche en Alimentación de Otras Especies Animal

Una de las ventajas más notables de la crianza artificial del ternero es el uso de los productos de la industria lechera y derivados cuyos precios son menores que el de la leche entera. El desarrollo tecnológico en la producción de terneros ha permitido que se hayan obtenido resultados satisfactorios en el empleo de los reemplazadores lecheros. Cuando se emplea leche sola en la crianza de la ternera consume no menos de 345 kg de leche por animal pero cuando se emplea el reemplazador el consumo se reduce a 145 kg de leche entera y 30 kg de éste producto. Entonces 1 kg de reemplazador sustituye entre

6 y 7 kg de leche fresca, lo que reduce el costo de alimentación del ternero en unas cuatro veces (Inchausti, 1970).

Aunque algunas especies como las ratas y las aves de corral pueden utilizar sólo cantidades limitadas de suero de leche en sus dietas, los rumiantes y algunas cepas de los cerdos pueden consumir mayor cantidad sin crisis (Goering y Van Soest. 1970).

La digestibilidad aparente de materia orgánica en cuestión de las ovejas se mejoró cuando las dietas contenía más de 40% de lactosa (Poncet y Rayssiguier. 1980). La Leche en producción no se vio afectada negativamente cuando vacas consumieron 4,7 kg (el 23% de la ración materia seca) de suero de leche entera en polvo al día (Schingoethe, y Skyberg. 1981). Sin embargo, en estos estudios (Poncet y Rayssiguier. 1980, Schingoethe, y Skyberg. 1981 y Schingoethe *et al.*, 1980), Era evidente algo de diarrea para las vacas lactantes alimentadas suero de leche, y los porcentajes de materia seca fecal se reducción de los bueyes y ovejas alimentadas con suero de leche en polvo o lactosa. La capacidad contaminante y el valor nutritivo del suero de leche han llevado al desarrollo de tecnologías para su aprovechamiento. En Argentina se producen aproximadamente 450,000 toneladas de suero líquido por año, de los cuales el 62% es utilizado en la alimentación animal, el 33% es transformado como derivados de lactosa, caseínas, caseinatos y concentrados proteicos, el 4% se convierte en suero en polvo y sólo el 1% es tratado como efluente. En nuestro país no existen datos concretos de la utilización del suero, se estima que se aprovecha sólo cerca el 10%.

Las alternativas de aprovechamiento del suero de leche pueden ser:

- Procesos fermentativos. El suero de leche puede ser utilizado como medio de cultivo para la producción de biomasa (proteína unicelular como la levadura para panificación), metabólicos (lípidos, pigmentos, alcoholes, ácidos orgánicos, biopolímeros) y enzimas. En este medio la lactosa es la principal fuente de carbono para los microorganismos, incluso se ha utilizado para células vegetales. Además, el suero de leche suele emplearse para la conservación y propagación de cultivos lácticos o en la elaboración de bebidas fermentadas.
- Elaboración de bebidas. También se ha estudiado la elaboración de bebidas o fórmulas lácteas con valor nutritivo similar al de la leche y con características agradables al consumidor. Estas bebidas tienen un gran potencial para utilizarse en programas

gubernamentales dirigidos a la población de escasos recursos.

- Producción de biofertilizantes. Estos abonos además de nutrir eficientemente los cultivos, se convierten en un restaurador de la flora microbiana del ecosistema del cultivo, además el ácido láctico presente ayuda a eliminar bacterias patógenas. Este biofertilizante puede sustituir a los abonos químicos.

- Tecnología de empaques. El suero de leche se usa para producir por vía fermentativa un ingrediente antimicrobiano utilizado en la elaboración de empaques comestibles. De esta forma se obtienen películas biodegradables con actividad antibacteriana, esta película alarga la vida de anaquel, aumentando la caducidad y conservación de los alimentos.

(El Sol del Bajío, 2007)

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

Este estudio se llevo a cabo en las instalaciones de la Unidad Bovina de Leche del Departamento de Producción Pecuaria de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, ubicada en el ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P en el Km 14.5 de la carretera San Luis-Matehuala.

Localizada en las coordenadas geográficas 22° 14` 10” de latitud norte y 100° 51` longitud oeste de Greenwich y una altitud de 1835msnm (Carta Estatal Topográfica, 1985), con clima seco frio, con temperatura media anual de 17.8° C y una precipitación media anual de 271 mm (García, 1988).

Materiales y Equipo

- 6 Corrales individuales de 2 x 2 m.
- 6 Comederos con capacidad de 15 kg de alimento
- 6 Bebederos con capacidad de 50 l.
- 1 Bascula ganadera con capacidad de 1500 Kg.
- 1 Carretilla
- 1 Tambos plásticos con capacidad de 120 L.
- 1 Palas
- 1 Bieldo

Animales

Se utilizaron 6 becerros machos de la raza Holstein con un peso y edad promedio de 53.33 Kg. y de 60 días de edad. Propiedad de la Facultad de Agronomía de la UASLP.

Manejo

Los animales fueron pesados al inicio del experimento y distribuidos al azar en corrales individuales provistos de comedero y bebedero. Se pesaron cada 14 días durante todo el periodo experimental. La alimentación fue proporcionada para cubrir los requerimientos de nutrientes para becerros en crecimiento de acuerdo al Nutrient

Requirements of Dairy Cattle (1988), se proporcionó alimento concentrado, alfalfa deshidratada y suero de leche de acuerdo al tratamiento para cada grupo.

Suero de leche

El suero de leche utilizado en este trabajo fue obtenido de la elaboración de queso asadero, con un pH < 5, y suministrado recién salido del proceso del Taller de Lácteos de la Facultad de Agronomía, para evitar que aumentará la acidez y pudiese tener algún rechazo por parte de los animales.

Alimento

El alimento concentrado comercial utilizado fue para becerros en destete, con un contenido químico de 18% de proteína, 2.5% de grasa, 6.0% de fibra y 55.50% de T.N.D.

Tratamiento Testigo

Se utilizaron tres becerros distribuidos al azar en corrales individuales, se les proporcionó alimento comercial y alfalfa deshidratada de acuerdo al cuadro 5, en tres etapas de crecimiento (60, 75 y 125 Kg). El agua fue proporcionada a libre acceso.

Cuadro 5. Alimento ofrecido a becerros Holstein del tratamiento testigo de acuerdo al peso vivo promedio (60, 75 y 125 Kg.).

Peso Promedio (Kg)	Alfalfa (Kg)	Concentrado (Kg)
60	1.400	0.300
75	1.500	0.350
125	1.800	0.400

Tratamiento

Se utilizaron tres becerros distribuidos al azar en corrales individuales fueron alimentados además de alimento comercial y alfalfa con suero de leche y así cubrir sus requerimientos nutricionales. De acuerdo al cuadro 6, en tres etapas de crecimiento (60, 75 y 125 Kg). El agua fue proporcionada a libre acceso.

Cuadro 6. Alimento ofrecido en kilogramos a becerros Holstein del tratamiento de acuerdo al peso vivo promedio (60, 75 y 125 Kg).

Peso Promedio (kg)	Alfalfa (kg)	Concentrado (kg)	Suero de Leche (l.)
60	1.200	0.250	3
75	1.300	0.250	4
125	1.600	0.250	6

El contenido de nutrientes de la dieta ofrecida por becerro en crecimiento se muestra en el cuadro 7.

Cuadro 7. Valores alimenticios de la dieta ofrecida a becerros Holstein con pesos vivos de 60, 75 y 125 Kg.

PESO KG	MS kg	PC %	TND %
60	1.507	22.8	79.63
75	1.666	25.0	85.74
125	2.074	30.7	99.52

PC: Proteína cruda; MS: Materia seca; TND: Total de nutrientes digestibles totales

Variables

Las variables que se midieron en este experimento fueron el peso vivo y la ganancia diaria de peso (GDP), los animales se pesaron cada 14 días, desde el inicio del experimento y durante el periodo que duró el mismo. Las medidas de peso fueron a las 8:00 hrs con los animales en ayuno. La eficiencia alimenticia se determinó dividiendo la GDP y entre el consumo de la materia seca.

Análisis Estadístico

El peso vivo, la ganancia diaria de peso y la eficiencia alimenticia se analizaron por un diseño completamente al azar. El análisis de varianza se realizó en el procedimiento GLM y la prueba de Tukey (SAS, 1990). Cuyo modelo estadístico es:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

Donde

Y_{ij} = observaciones del experimento

μ = media general del experimento

t_1 = efecto del tratamiento

e_{ij} = error experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Cambios de Peso

El peso vivo de los becerros alimentados con una dieta testigo y una dieta con suero de leche, muestra una diferencia numérica de 114.93 gr del tratamiento vs 85.93 gr del testigo, mas estadísticamente no existe diferencia entre tratamientos ($P>0.05$). Los cambios de peso vivo en los periodos 1, 2, 3 y 5 mostraron diferencias significativas (cuadro 8).

Cuadro 8. Efecto de la dieta con suero de leche en el peso vivo (Kg) de becerros Holstein.

Periodo	Tratamiento	Testigo	Probabilidad
1	72.3	52.7	0.0449
2	84.5	74.0	0.0487
3	98.5	73.2	0.0070
4	120.0	83.7	0.1242
5	143.3	108.7	0.0006
6	171.0	123.3	0.6287
Promedio	114.93	85.93	0.6202

La ganancia diaria de peso por día de los animales fue mayor en el tratamiento ($P<0.01$) que en el testigo (556 grs. Vs 401 grs.) durante el periodo experimental (125 días). Los cambios de ganancia diaria de peso en cada periodo mostraron en algunos de ellos diferencias significativas (cuadro 9).

Cuadro 9. Efecto de la dieta con suero de leche en la ganancia diaria de peso ($\text{g día}^{-1} \text{ animal}^{-1}$) de becerros Holstein

Periodo	Tratamiento	Testigo	Probabilidad
1	0.702	0.857	0.0190
2	0.357	0.107	0.0265
3	0.548	-0.024	0.0028
4	0.905	1.095	0.0908
5	0.369	-0.107	0.0001
6	0.452	0.476	0.5081
Promedio	0.556	0.401	0.3781

Debido a que el alimento fue proporcionado de manera constante no se realizó análisis estadístico de esta variable.

En este trabajo se observa que no existe diferencia estadística en el peso vivo de los becerros, entre la dieta que contiene suero de leche y la dieta que no tiene (114.93 kg y 85.93 Kg), en un trabajo similar en donde se alimentaron con suero de leche fermentado a becerros cruce de Holstein con Cebú, Montero-Lagunés, *et al.* (2009), reportan que no hubo diferencia ($P > 0.05$) en los 4 tratamientos con diferentes cantidades de suero, para el aumento de peso (136.86 142.60 134.65 139.52) a los 180 días. Por otra parte en otro trabajo en donde se evaluaron becerros bovinos, mestizos de Holstein, Pardo Suizo, Jersey y Guzerá, con suero de leche fresco y concentrado reportan aumentos de peso de $84,0 \pm 8,6^a$ a los $131,8 \pm 32^a$ días para becerros alimentados sin suero de leche y aumentos de $86,0 \pm 9,1^a$ a los $91,2 \pm 24^a$ días. Las diferencias de peso con este trabajo se pueden deber a las razas empleadas en cada uno.

La ganancia diaria peso (556 vs 401 gr) fue diferente ($P < 0.01$) entre los tratamientos de becerros alimentados con suero de leche y sin suero de leche. Estas ganancias son semejantes a Montero-Lagunes (2009), (564, 611, 537, 604 grs), quienes trabajaron con suero de leche fermentado en cuatro tratamientos, pero reporta diferencias en su experimento de alimentar becerros mestizos con y sin lacto, suero en donde sus GDP son del orden de $271,0 \pm 20,4b$ vs $351,4 \pm 10,9^a$.

CONCLUSIONES

El suero de leche de quesería resultó un sub producto de la industria del queso con buen contenido de nutrientes para ser potencialmente utilizado en la alimentación de becerros

El peso vivo de los becerros no demostró diferencia estadística pero si numérica en donde un aumento de 74.76% más de peso de los animales alimentados con suero de leche sobre aquellos que no recibieron suero de leche.

LITERATURA CITADA

- Anderson, M. J., Lamb R. C., Mickelsen C. H., y Wiseombe R. L.. 1974. Feeding liquid whey to dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 57:1206.
- Carrillo A.J.L. 2002. Tratamiento y reutilización del suero de leche. *Revista Conversus* 10, IPN, México p. 27-30.
- Carta Estatal Topográfica 1985, Síntesis Geográfica del Estado de San Luis Potosí; S.L.P. Dirección General de Geografía. México. 60p.
- Church D. C. 1988. El Rumiante. *In*. Fisiología digestiva y nutricional. Ed. Acribia. Zaragoza, España, 641 p.
- Cunningham, J.G. 1999. Fisiología Veterinaria. México, Edición McGraw-Hill
- El Sol del Bajío. 2007. Elaboran con suero empaque comestible. (12 de marzo 2007).
- FAO. 2010. Preservación de suero de leche con lacto bacilos para la alimentación de becerros. FAO, Organización. [Consulta en Línea 13 de agosto 2010]
- Fournier, A. 1998. Votre future vache. *Producteur-de-Lait-Quebecois.* 18: 34.
- García E. 1988, Modificación de la clasificación climática de Koppen , U.N.A.M. México. D.F. 53P.
- García G.M., Revah M.S., Gómez R.L. 1993. “Productos lácteos” *In*: Garcia Garibay M, Quintero Ramirez R, Lopéz-Munguia Canales, *Biotecnología Alimentaria*, Ed. Limusa Noriega Editores, México, 153-223.
- Goering, H. K., y Van Soest P. J. 1970. Forage fiber analysis. *Agric. Handbook* No. 379, Agric. Res. Serv., USDA, Washington, DC.
- Groves, F. W., y Graf T. F. 1965. An economic analysis of whey utilization disposal in Wisconsin. *A. Econ. Bull.* 44, Univ. of Wisconsin, Madison.
- Inchausti, D. 1970. Bovinotecnia. Tomo II. Quinta Edición. Instituto del Libro. 64 – 79 p. Interamericana. 397-398 p.
- Kirk R. S., Sawyer R., Egan H. 2005. Composición y análisis de alimentos de Person, CECSA, México, 583-632.
- Mac Loughlin R. J. 2007. Proteína metabolizable y la nutrición de bovinos para carne. *In* Bovinos para carne; sección: Fisiología digestiva y manejo del alimento; trabajo N° 112; www.produccion-animal.com.ar

- Milk Industry Foundation. 1967. Manual for milk plant operators, 3rd Ed., p. 208. Washington, D.C.
- Montero M. L., Lagunes F.I. J. 2002. Preservación de suero de leche con lactobacilos para la alimentación de becerros. Ficha tecnológica 2002 por sistema producto. INIFAP, SAGARPA.
- Montero-Lagunes M., Juárez-Lagunes F.I., García-Galindo H. S. 2009. Suero de leche fermentado con lactobacilos para la alimentación de becerros en el trópico. *Agrociencia* 43: 585-593.
- Morrill, J. L., Melton S. L., Dayton A. D., Guy E. J., and Pallançh M. J. 197. Evaluation of milk replacers containing a soy protein concentrate and high whey. *J. Dairy Sci.* 54:1060.
- Nilson, K. M., and Welch J. G. 1974. Feeding liquid whey to dairy cows. *Cultured Dairy Prod. J.* 9:24.
- Nilson, K. M., y Welch J. G. 1973. Mechanics of feeding liquid whey to dairy cattle. *J. Dairy Sei.* 56:681. (Abstr.)
- Noller C. H., Hoffman C. F., Ward M., and Duncan C. W. 1956. Dried whey and lactose as supplements to a vegetable milk replacer. *J. Dairy Sci.* 39:992. num73/pdf/27.pdf. Consultada en línea el 8 de abril de 2011.
- NRC. 1988, Nutrients Requirements of Goats. National Academy Press. Washington, D.C.
- Oborn, J. 1968. A review of methods available for whey utilization in Australia. *Aust. J. Dairy Technol.* 23:131.
- Orskov E. R. 1992. Protein nutrition in ruminants. Academia Press. London. 175 p.
- Pechin, G. H.; Sánchez, F. O.; Álvarez, H. R. 2003. Efectos de la adición de suero de queso deshidratado en dietas de lechones destetados a los 30 días de edad. *Ciencia Veterinaria* 5: 29-33
- Plaza, J. 1986. Utilización del yogurt y lactocrema en alimentación de terneros. *ACPA.* 4 – 38p.
- Plaza, J.; Hernández, J.L. 1996. Reemplazadores lecheros para terneros. Utilización del Sebo bovino. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 30:35.
- Poncet, C., y Rayssiguier Y. 1980. Effect of lactose supplement on digestion of lucerne hay by sheep. I. Sites of organic matter and nitrogen digestion. *J. Anim. Sci.* 51 : 180.

- Prestón, T.R., Willis M. B. 1970. Producción intensiva de carne. Edición: Instituto del libro. La Habana, Cuba. 237 p.
- Quigley, J. 2001. Calf Note # 44. Niveles de Grasa en los Sustitutos de Leche Disponible en: www.calfnotes.com/CNliquido.htm. (Consulta: 8 de febrero del 2006)
- SAS, 1990. User's Guide: Statistics. SAS Inst. Inc., Cary, Nc.
- Schingoethe, D. J., E. W. Skyberg, and R. W. Bailey. 1980. Digestibility, mineral balance, and rumen fermentation by steers on rations containing large amounts of lactose or whey. *J. Dairy Sci.* 63:726.
- Schingoethe, D. J., y Skyberg E. W. 1981. Lactation and growth of dairy cows and steers fed large amounts of whey. *J. Dairy Sci.* 64:1571
- Silva, P. 1997. Factores fisiológicos y nutricionales que influyen en la utilización de sustitutos lácteos en terneros pre-rumiantes. Tesis (en opción al título de Ingeniero Agrónomo). Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. 135 p.
- Simón, L. 1978. Efecto del manejo y la alimentación en el desarrollo de los bovinos Jóvenes. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en ciencias Veterinarias.
- Thivend P. 1978. Use of whey in feeding ruminants. *Ruminant Nutrition: Selected Articles from the World Animal Review.* FAO. Italy.
- Tliggs, L. K., y Beat A. 1947. Some unique properties of lactose as a dietary carbohydrate. *J. Dairy Sei.* 30:939.
- Valencia D.E. y Ramírez, C.L.M. 2009. La industria de la leche y la contaminación del agua. *Elementos* 73, pp. 27-31 <http://www.elementos.buap.mx/>
- Webb, B. H., y Whittier E. O. 1970. Page 18 *in* By-products from milk, 2nd ed. The AVI Publishing Co., Inc., Westport, Conn.
- Wellington G. H. 1971. Dairy beef. *J Anim Sci.* 32:424-430.
- Woods, W., y Burroughs W. 1962. Effect of whey and lactose in beef cattle rations. *J. Dairy Sei.* 45:1539.
- Ybalmea, R. 2004. Efecto del nivel de fibra de las dietas integrales en el crecimiento, desarrollo morfofisiológico del rumen y la conducta de terneros mestizos Holstein en sistemas de crianza artificial. La Habana. 75 h. Tesis. Universidad Agraria de La Habana.