

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



“Evaluación del desarrollo de becerras Holstein lactantes alimentadas con dos sustitutos lácteos”

**POR**

**JESUS URIEL PÉREZ PÉREZ**

**TESIS  
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO  
DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA**

**DICIEMBRE DE 2015**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

"Evaluación del desarrollo de becerras Holstein lactantes alimentadas con dos  
sustitutos lácteos"

POR  
JESÚS URIEL PÉREZ PÉREZ

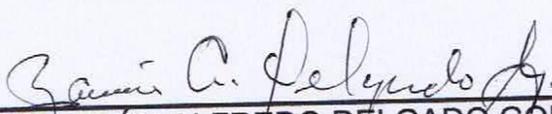
TESIS

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

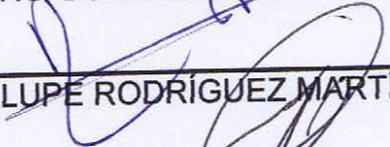
PRESIDENTE:

  
M.C. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

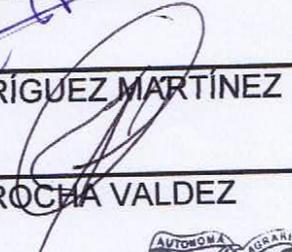
VOCAL:

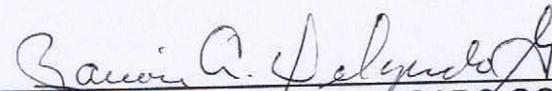
  
DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS

VOCAL:

  
MVZ. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ

VOCAL SUPLENTE:

  
DR. JUAN LEONARDO ROCHA VALDEZ

  
MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

"Evaluación del desarrollo de becerras Holstein lactantes alimentadas con dos  
sustitutos lácteos"

POR  
JESÚS URIEL PÉREZ PÉREZ

TESIS

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITE DE ASESORÍA COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

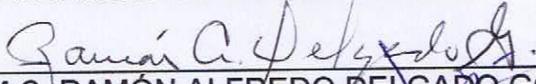
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

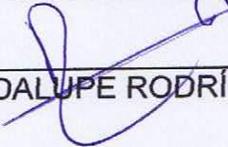
ASESOR PRINCIPAL:

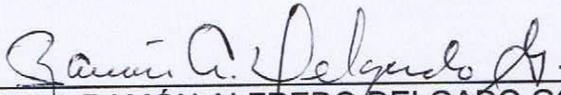
  
DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS

ASESOR:

  
M.C. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

ASESOR:

  
M.V.Z. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ

  
M.C.V. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2015

## **AGRADECIMIENTOS**

**Adiós**, que me dio esta oportunidad de tener esta vida, de estar siempre conmigo y de darme fuerzas para terminar una de mis metas, por cuidarme, guiarme y protegerme.

**A mi Alma Terra Mater**, por ser la universidad que me dio la oportunidad de realizar mis estudios profesionales, por formarme como persona y profesionista y me lleno de herramientas para afrontar la competencia laboral., por enseñarme lo que es el valor de la dignidad. Siempre estaré agradecido y orgulloso de ser egresado de la U. A. A. A. N. U. L.

**A mis asesores**, por ser grandes profesores que participaron en mi formación como profesionista, por ser un ejemplo a seguir en la vida profesional, por su dedicación, amistad, por la paciencia y apoyo durante la realización de la tesis.

**A mis padres: Jesús Pérez Gómez** por ser un ejemplo para mí, por su amor, fortaleza, confianza y apoyo incondicional. Por el esfuerzo para sacarnos adelante. Por ser mi padre gracias.

**A mi madre : Ma del socorro Pérez González** por ser un ejemplo para mí, por su amor, fortaleza, confianza y apoyo incondicional. Por ser mi madre gracias.

**A mi hermana**, por demostrarme su amor incondicional, por estar al pendiente de mí durante estos años, por ser mi amiga y tener la paciencia que solo un hermano podría tener,

**A mi familia**, por estar siempre al pendiente de mí, apoyarme en mi decisiones y deseándome los mejores durante estos años de la carrera, muchas gracias por enseñarme lo importante que es tener una familia.

**A mis amigos**, Maricela Buendía, Miguel Agustín Alomente Garnier y Nohemí Eguiarte Rivas por brindarme su sincera amistad, apoyarme siempre y aceptarme con mis virtudes y defectos, a todos ustedes que han llegado a mi vida en el momento indicado, por acompañarme durante este viaje de 5 años .Por brindarme su apoyo incondicional, por los consejos, por los buenos deseos y por saber que siempre estarán ahí. Gracias.

## **DEDICATORIA**

A mis padres: Jesús Pérez Gómez por su amor, fortaleza, confianza y apoyo incondicional. Por el esfuerzo para sacarnos adelante. Por ser mi padre gracias y a mi madre Ma del socorro Pérez González por ser un ejemplo para mí, por su amor, fortaleza, confianza y apoyo incondicional. Por ser mi madre gracias. A mi hermana, por demostrarme su amor incondicional, por estar pendiente de mí durante estos años, por ser mi amiga y tener la paciencia que solo un hermano podría tener, A mi familia, por estar siempre pendiente de mí, apoyarme en mi decisiones y deseándome los mejores durante estos años de la carrera, muchas gracias por enseñarme lo importante que es tener una familia.

## Índice general

AGRADECIMIENTOS .....	I
DEDICATORIA .....	III
Índice general .....	IV
Índice de cuadros .....	V
Índice de figuras .....	VI
RESUMEN.....	VII
1. INTRODUCCION .....	1
Objetivo.....	2
Hipótesis .....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1. Sustitutos de leche .....	3
2.2. Clasificación de los tipos de sustituto de leche .....	4
2.3. Las fuentes de proteínas .....	6
2.4. Ingredientes de un sustituto.....	6
2.5. Característica de un sustituto .....	7
2.6. Fases de alimentación de terneras en la etapa de pre-destete.....	8
2.7. Fundamentos anatómicos del aparato digestivo de la becerro.....	8
2.8. Escotadura esofágica .....	9
2.9. Fundamentos fisiológicos del aparato digestivo de la becerro .....	10
2.10. Formación del coágulo .....	12
2.11. Salud animal-enfermedades en becerros .....	13
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	18
5. CONCLUSIONES .....	22
6. LITERATURA CITADA .....	23

**Índice de cuadros**

Cuadro 1. Tipos de proteína en los sustitutos lácteos.	6
Cuadro 2. Crecimiento diferenciado de los distintos compartimientos del estómago de un rumiante como porcentaje total.	9
Cuadro 3. Composición nutrimental de los sustitutos lácteos utilizados en la alimentación de las becerras Holstein.	11

## Índice de figuras

	Pág.
Figura 1. Desarrollo del estómago bovino compartimentos desde el nacimiento hasta la madurez.	9
Figura 2. Ganancia de peso en las diferentes etapas de desarrollo de las becerras.	18
Figura 3. Ganancia de altura en las diferentes etapas de desarrollo de las becerras.	19
Figura 4. Cantidad de animales enfermos alimentados con sustitutos lácteos.	20
Figura 5. Morbilidad de diarreas y neumonías en becerras alimentadas con sustitutos lácteos.	21

## RESUMEN

La alimentación con sustitutos lácteos permite el desarrollo óptimo de las becerras Holstein. El objetivo de siguiente trabajo fue evaluar el comportamiento productivo de becerras lecheras Holstein, alimentadas con dos sustitutos lácteos. Se utilizaron 80 becerras, 40 becerras por tratamiento. A cada grupo se le administro un sustituto lácteo con las siguientes características: Lactosa 33%, proteína 22 %, grasa 20 %, fibra 0.15 % Vitamina A 44,000 U.I. /kg, Vitamina D3 11,000 U.I. /kg, Vitamina E 44,000 U.I. /kg, Humedad 6.00 % (sustituto A); Proteína 26 %, grasa 16 %, fibra 0.10 % Vitamina A 33,000 U.I. /kg, Vitamina D3 6,600 U.I. /kg, Vitamina E 330 U.I. /kg, Vitamina C 330mg/Kg (Sustituto B) Para ambos tratamientos, cada litro de sustituto lácteo, fue preparado con 140 g de sustituto en polvo mezclado con 860 ml. de agua caliente, la mezcla se realizará completamente homogeneizada y ofrecida a 38° C a las becerras. Las becerras en ambos tratamientos, recibirán el sustituto de leche de la siguiente manera: del día 0 al día 12 dar 2 litros de sustituto por toma, del día 12 al día 15 dar 2.5 litros de sustituto de leche por toma, del día 15 al día 21 dar 3 litros de sustituto de leche por toma y por ultimo dar los días 25 al día 51 dar 4 litros de sustituto por toma , son dos tomas diarias, una por la mañana 7 am y otra por la tarde 3 pm. Las variables que se consideraron fueron: peso y altura al nacimiento, altura a la cruz al destete; además se estimaron las variables ganancia de peso total, ganancia de peso diario. El análisis estadístico de los datos se realizo mediante un análisis de varianza y una comparación de medias mediante la prueba de Tukey. Se empleará el valor de  $P < 0.05$  para considerar una diferencia estadística. En los resultados obtenidos en los parámetros de producción no se obtuvo diferencia estadística ( $P > 0.5$ ). En relación a la salud de las becerras en el presente estudio no existió diferencia estadística ( $P < 0.5$ )

**Palabras clave:** Sustitutos lácteos, proteína, grasa, fibra, Humedad

## 1. INTRODUCCION

Los sustitutos lecheros o lacto-reemplazadores son productos que simulan a la leche natural que se suministra al ternero, pero siempre debe ir acompañado de un alimento seco que cuando se reconstituye, se disuelve o mantiene en suspensión sus componentes, puede sustituir la leche materna con resultados satisfactorios. Se ha indicado que las razones para su utilización son necesarias y económicas (Quintero, 2008).

Los primeros sustitutos lácteos se elaboraron en los años 50 usando como materias primas leche descremada en polvo, suero en polvo, grasa láctea y grasa animal. Dichos productos tuvieron una utilización muy limitada, debido probablemente a su bajo contenido en grasa (10% respecto al 30% de la leche entera) y a los rudimentarios sistemas que existían para sacar la leche descremada. Esto provocaba serios problemas digestivos a los terneros puesto que no poseen las enzimas para digerir las proteínas desnaturalizadas resultantes de la aplicación de éstos procesos (Moreno, 2004).

En la década de los 60, el precio de la caseína, sufre un gran incremento debido a los reajustes del sector lácteo en grandes países productores sustitutos lecheros en Estados Unidos comenzaron a buscar nuevas alternativas para su formulación. Es así como se empezó a utilizar otros ingredientes en la elaboración de sustitutos solubles como harina de carne, harina de soya, levaduras de cerveza, concentrados solubles de pescado y harina de trigo. En los años 80 con el desarrollo de la tecnología, aumentó la utilización de materias primas alternativas, especialmente los subproductos de

la soya que comienzan a ser económicamente interesantes. Esto solucionó los problemas de aporte de proteína y fue a principio de los 90 cuando se desarrolló en Europa sofisticados procesos de incorporación de grasas y se aprovecha para utilizar con mayor eficiencia materias primas como el aceite de coco o el de pescado (Moreno, 2004).

En Estados Unidos y Canadá se elaboran sustitutos que contienen subproductos de la leche, y en su mayoría incluyen otras fuentes proteicas, como los concentrados proteicos de soya (Latrille, 1988).

Así, puede plantearse que un sustituto lechero está compuesto por una fuente proteica, como la leche descremada en polvo, levaduras, hidrolizados proteicos de soya, de pescado, también utilizan el plasma sanguíneo, suero de leche concentrado, gluten de cereales, una fuente energética que generalmente es grasa de origen animal o vegetal, suero de queso y el parcialmente deslactosado, pequeñas proporciones de azúcares, almidones tratados, complemento vitamínico mineral, emulsificantes y con frecuencia enzimas y los antibióticos (Roy, 1980).

### **Objetivo**

Evaluar el comportamiento productivo de becerras lecheras Holstein, alimentadas con dos sustitutos lácteos.

### **Hipótesis**

El contenido elevado de proteína en el sustituto de leche influye sobre el comportamiento del peso y estatura de las becerras holstein.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Sustitutos de leche

El sustituto de la leche es un excelente alimento para los terneros antes del destete, además están diseñados con un suministro adecuado de componentes nutritivos para promover un consumo temprano de concentrado a fin de proporcionar un crecimiento aceptable de los terneros. Con la alimentación de los terneros con sustituto de leche es posible obtener una buena adaptación a dietas equilibradas, porque se estimula con un alimento iniciador mezclado con el sustituto y esto tiene un efecto importante sobre el consumo, desarrollo del rumen y el rendimiento de los terneros antes y después del destete. La leche entera es un alimento esencial para un becerro; sin embargo, la demanda de este producto para humanos ha promovido el uso de sustitutos de leche, con la reducción de los costos de alimentación líquida, buenos resultados en el aumento de peso y rentabilidad económica (Saucedo-Quintero *et al.*, 2004).

El consumo de los becerros a edades tempranas es lo más deseable debido a que con esto se permite que los animales tengan un destete temprano y un desarrollo rápido del rumen. Un método que puede fomentar el consumo temprano es igualando la consistencia y el sabor, ya que utilizando un sabor similar se pueden influenciar las preferencias en los animales jóvenes y con esto incrementar el consumo a edades tempranas (Thomsen y Rindsig, 1980). Varios ingredientes han sido incorporados para dar una textura a los sustitutos de leche. El criterio en que se basan para la selección de los ingredientes que

se utilizan esta el valor nutritivo de este así como su costo y disponibilidad (Wallace *et al.*, 1951).

La nutrición de proteínas en el becerro depende principalmente del porcentaje de aminoácidos esenciales así como de su digestión y absorción. En estudios realizados se encontró que la adición de metionina en los sustitutos de leche que contienen proteína de soya ayuda a mejorar el rendimiento de los becerros (Kanjanapruthipong, 1998). Es por eso que la proteína de soya es muy atractiva debido al alto valor nutritivo (Nitsan *et al.*, 1971). La mayoría de los estudios que se han realizado son sobre proteína de soya ya que generalmente es la que contiene una mayor cantidad de proteína y se puede incorporar fácilmente a los sustitutos de leche de la dieta, además de que los animales jóvenes la digieren fácilmente (Wittenberg, 1979).

El NRC y USDA recomienda proteína bruta 18% (CP) en sustitutos de leche, con una edad de destete de 4 a 8 semanas respectivamente. (NRC ,2001) y (USDA, 2002). Las becerras deben ser alimentadas con leche entera o sustituto de leche, entre 8 a 10% de su peso al nacer. Esta cantidad puede ser alimentada en una o dos comidas al día (Schingoethe *et al.* 2001).

## **2.2. Clasificación de los tipos de sustituto de leche**

Modernos sustitutos de leche se pueden clasificar por fuente de proteínas, los niveles de proteína/grasa y la inclusión de medicamentos o aditivos.

Los niveles de proteína y grasas son importantes a considerar al elegir un sustituto de leche. Los niveles de proteína en sustitutos de leche en becerras van desde 18% a 30% de grasa y niveles de 10% a 28%, con 18% a 22%

siendo los niveles de grasa más comunes. En general, el aumento de la proteína (mayor de 22%) son las fórmulas de los productos alimentados a 1,5 libras por cabeza al día o más. Debido a que la grasa es la fuente de energía más concentrada, el contenido de grasa del sustituto de leche será responsable de la mayor parte de la diferencia en los niveles de energía. Fuentes de grasa deben ser altamente digeribles en la becerro joven y preservada con un antioxidante para prevenir la rancidez. El crecimiento y el rendimiento de la becerro está relacionado con un gran número de factores; y los niveles diferentes de proteínas, proporciones de proteína / energía y fuentes de proteínas interactúan. El crecimiento está regulado por la ingesta diaria de proteínas y energía; Por lo tanto, los diferentes niveles de alimentación también afectará el rendimiento. Algunas condiciones, tales como el clima frío, requieren la alimentación de un nivel de energía más alto. La energía metabolizable (EM) el contenido de los sustitutos de leche es principalmente determinado por los niveles de grasa e hidratos de carbono. (Heinrichs *et. al.*, 2003)

Las fuentes de proteínas son típicamente el más caro ingrediente en sustituto de leche. La búsqueda de la menos costosa en ingredientes ha producido muchas opciones para la proteína, recomendado: proteína de suero de leche deshidratado, concentrarse, leche desnatada en polvo, caseína, suero de leche deshidratado, producto de suero de leche deshidratado, aislado de proteína de soja, concentrado de proteína de soja, proteína de trigo modificado, plasma animal. Aceptable: harina de soja y proteína de huevo. No recomendado: solubles de carne, proteína de pescado, concentrado y harina de trigo. Estas fuentes varían en la composición de aminoácidos, la

biodisponibilidad o la digestibilidad y la presencia de factores anti nutricionales. Las proteínas lácteas son típicamente más digeribles y contener una más favorable el perfil de aminoácidos que las proteínas no láctico. En becerras jóvenes, las proteínas de la leche son altamente digestibles, a los 92 a 98 por ciento, y las proteínas vegetales son algo menos digestible, en 85 a 94 por ciento. Las proteínas vegetales con factores anti nutricionales pueden causar reacciones alérgicas, pobre digestión, o diarrea (Heinrichs *et.al.*, 2003).

### 2.3. Las fuentes de proteínas

Las fuentes de proteínas generalmente se clasifican como toda la leche o una parte procedente de proteínas alternativas.

Cuadro 1. Tipos de proteína en los sustitutos lácteos.

Proteína de la leche	Proteína alternativa
Concentrado de proteína de suero de leche secos	Aislado de proteína
suero en polvo	Concentrado de proteína de soya
Secado de suero de leche	Harina de soya
leche descremada	Plasma animal
caseína	Gluten de trigo
Suero en polvo	
Caseinato de calcio o sodio	

(BAMN, 2008)

### 2.4. Ingredientes de un sustituto

Los ingredientes que se han evaluado en estas formulaciones son las proteínas de soya (harina de soya, concentrado de proteína de soya y aislado de soya), el aislado de trigo, la proteína de papa, la harina de pescado, el plasma animal deshidratado por aspersion, los eritrocitos desecados por

aspersión, la harina de carne, la harina de arvejas y otros. Todos ellos se han comparado experimentalmente con el concentrado de proteínas del suero de leche, algunos con más éxito que otros. Un subproducto que en tiempos recientes está atrayendo la atención como ingrediente proteínico para las formas de los sustitutos de leche para los becerros es la proteína del huevo. El huevo entero deshidratado por aspersión es un subproducto elaborado con los huevos que se rechazan para consumo humano, los cuales se recolectan, procesan, pasteurizan y deshidratan por aspersión para obtener un producto rico tanto en grasa como en proteína. Debido a la calidad y a la digestibilidad de los aminoácidos del huevo, se le considera como excelente para la mayoría de los animales, por lo que sus subproductos lo son también para las fórmulas de los sustitutos de leche (Quigley *et al.*, 2001).

## **2.5. Característica de un sustituto**

Los sustitutos de leche deben presentar una composición lo más cercana posible a la leche entera, por lo que deben estar constituidos por productos lácteos preferentemente leche en polvo, leche descremada, suero de leche y caseína (Raven, 1972; Quigley y Bernard, 1996).

Se ha demostrado que los sustitutos elaborados sobre la base de proteína láctea y grasa animal son mejores que los constituidos por proteína vegetal, ya que los ácidos grasos de la leche inhiben el crecimiento de la bacteria *Escherichia coli*, causante de varios trastornos digestivos en becerros. Esta situación no ocurre en los compuestos no lácteos (Marshall y Smith 1970; (Pérez *et al.* 1986; Plaza y Hernández 1994; Donovan *et al.* 2002).

En la condición de utilizar leche con alta carga de patógenos se recomienda no suministrarla a terneras por la posible transmisión de patógenos, sin embargo, es un alimento que puede ser ofrecido a terneros machos luego de un tratamiento que permita reducir su carga bacteriana. Existen bacterias que se inactivan cuando el sustrato en que se encuentran presenta un pH inferior a 5,0 y otras bajo 4,4. Por lo tanto, la opción de utilizar la leche de descarte como un alimento higiénicamente seguro es viable siempre que la leche tenga un pH inferior a 4,5, lo cual se puede lograr mediante la aplicación de ácido fórmico o ácido acético (Morales, 2014).

## **2.6. Fases de alimentación de terneras en la etapa de pre-destete**

Fase de alimentación líquida: todos o casi todos los nutrientes se satisfacen con leche o lacto-reemplazador. La calidad de estos alimentos se preserva por la funcionalidad de la escotadura esofágica, que dirige los líquidos directamente al abomaso y así evita su degradación bacteriana en el retículo-rumen. Fase de transición: tanto una dieta líquida como una sólida a base de alimento balanceado contribuyen a satisfacer los requerimientos nutricionales de las becerras. Fase de rumiante: la ternera deriva sus nutrientes de alimentos sólidos, especialmente a través de la fermentación microbiana en el retículo-rumen (NRC, 2001).

## **2.7. Fundamentos anatómicos del aparato digestivo de la becerro**

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). Durante los primeros meses de vida se comporta como un

animal monogástrico, debido a que el compartimento retículo-rumen no es funcional y la dieta láctea pasa directamente al abomaso. 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 (Fournier, 1998).

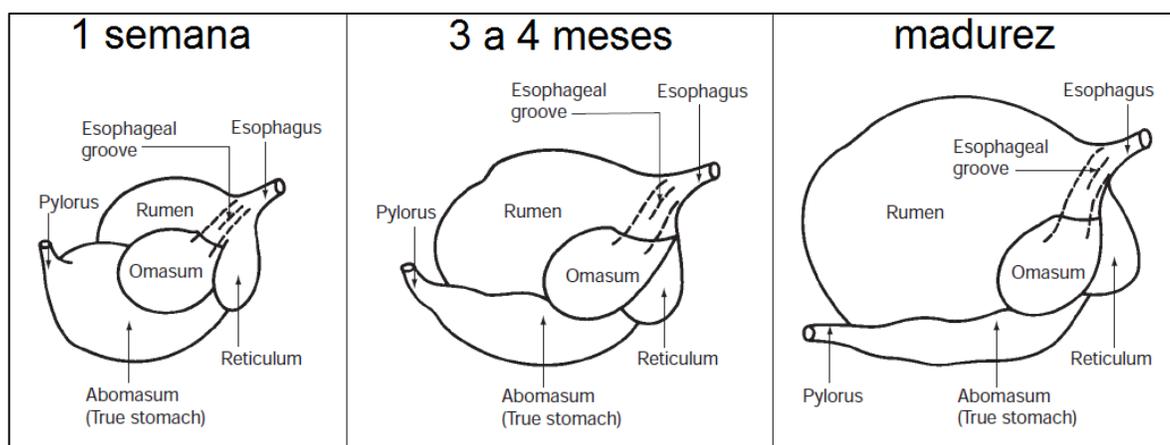


Figura 1. Desarrollo del estómago bovino compartimentos desde el nacimiento hasta la madurez.

## 2.8. Escotadura esofágica

La escotadura 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 escotadura esofágica es menos funcional en los rumiantes adultos que en los animales que aún están amamantando, a no ser que el estímulo sea prolongado a la edad adulta por medio de suministro de nutrientes en biberón (Orskov, 1983).

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. 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).

## **2.9. Fundamentos fisiológicos del aparato digestivo de la becerrera**

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 fase de transición: Una vez que el ternero inicia el consumo de concentrados, 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. 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 (Fournier, 1998).

Cuadro 2. Crecimiento diferenciado de los distintos compartimientos del estómago de un rumiante como porcentaje total.

COMPARTIMIENTOS	SEMANAS			
	0	4	8	12
%				
RETICULO-RUMEN	38	52	60	64
OMASO	13	12	13	14
ABOMASO	49	36	27	22

(Church, 1988)

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 (Cunningham, 1999).

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).

## 2.10. Formación del coágulo

La leche una vez consumida se coagula entre 1 y 10 minutos por acción de la caseína o de la pepsina, luego el suero se desprende del coágulo y pasa al duodeno, junto con caseína parcialmente digerida. La escasez de cuajo como coagulante parece ser un importante factor predisponente para las infecciones intestinales ocasionadas por E. Coli (Roy, 1974). Un hecho interesante es que para la coagulación el pH óptimo es de 6.5 para la renina y 5.25 para la pepsina, mientras que para la proteólisis el pH óptimo es de 3.5 para la renina y 2.1 para la pepsina (Roy, 1980). Esto permite que la digestión sea eficiente y se produzca una buena absorción de nutrientes, debido a que disminuye la velocidad de pasaje por el tracto digestivo, dejando que las enzimas intestinales puedan actuar mediante la hidrólisis de las moléculas complejas.

Adicionalmente, al reducir la tasa de pasaje se favorece la función del complejo enzimático del tracto digestivo de los terneros neonatos. El pH del cuajar vacío se encuentra entre 2 – 2.8, pero en 30 minutos después de tomar leche aumenta rápidamente hasta alcanzar valores de 4.5 – 6.0 y a las tres horas y media desciende a los niveles de pre comida, sin embargo el pH se ve afectado por la edad, es decir, mientras el animal avanza en edad el pH se hace más ácido. Pero el pH óptimo del abomaso para que se produzca la coagulación es de 6.1. La formación del coágulo ocurre a nivel del abomaso debido a la reacción entre la caseína y el calcio lácteo en acción de las proteasas lácteas renina y pepsina, a un pH ideal de 6.1. Esta reacción requiere de calcio, por lo que la digestión de la caseína es distinta cuando ésta se da pura a los terneros (Yvon, 1987). Además la formación del coágulo se ve

favorecida por la motilidad del abomaso que contribuye a la liberación del suero que pasa hacia el intestino conteniendo una gran cantidad de lactosa, proteínas no coagulables (albúminas y globulinas) y minerales (Abarazúa, 1992).

La renina es una de las enzimas características del ternero lactante y su importancia está dada por la actividad que ejerce sobre la caseína. La renina posibilita la coagulación de la caseína láctea en el abomaso y posteriormente se degrada por acción de la propia renina y el ácido clorhídrico, y la escasez o falta de esta enzima como coagulante parece ser un importante factor predisponente para las infecciones ocasionadas por la *E. coli*. En conclusión, la caseína se junta con el calcio de la leche más la renina, a un pH de 6.1 en el abomaso formando el paracaseinato de calcio, que captura la grasa. El suero de la leche sale rápidamente del abomaso dirigiéndose hacia el intestino (Moreno, 2004).

### **2.11. Salud animal-enfermedades en becerras**

Diarrea neonatal en becerras

*Enterotóxica Escherichia coli*, *Cryptosporidium parvum*, *rotavirus* y *coronavirus* suelen ser vistos como los más causas infecciosas comunes de la diarrea neonatal en becerras (Foster, 2009). Estos agentes infecciosos también se pueden encontrar en muestras fecales a partir de becerras sanas y en las becerras de las granjas sin problema de la diarrea (Reynolds,1986).La enfermedad clínica se desarrolla debido a una relación desfavorable entre la resistencia de la becerro y la presión infecciosa, el principal factores con impacto en la resistencia de la becerro está la distocia, el suministro de cantidades adecuadas de calostro y apropiada dieta (Lorenz *et al.*, 2011).

La agresión infecciosa de puede prevenir mediante la higiene en las áreas de parto, la alimentación, la vivienda y en manipulación general de la pantorrilla. *E. Coli Enterotóxica* normalmente sólo causan diarrea secretora en los primeros cuatro días de vida. El otro común agentes infecciosos implicados en la diarrea neonatal de ternero causar daño a la mucosa intestinal que resulta en una mala absorción y diarrea secretora. Aunque la terapia contra los patógenos causales estaba disponible este mecanismo fisiopatológico haría poco probable que la duración de la diarrea podría ser significativamente Influenciado (Foster, 2009).

Puesto que el sodio es el esqueleto osmótico del fluido extracelular, que debe estar presente en una adecuada concentración de sales de rehidratación oral. La solución con un contenido de sodio de 120 mmol / L corrige la deshidratación (Michell *et al.*, 2005).

La acidosis metabólica se conoce como una frecuente y potencialmente complicación grave de la diarrea neonatal de la becerro. La diarrea conduce a la pérdida de bicarbonato a través de las heces, disminución de la filtración glomerular de iones de hidrógeno y acumulación de L-lactato en caso de deshidratación severa. Además, la producción y absorción de D-láctico ácido juega un papel importante en terneros diarreicos (Lorenz, 2004). Esta anomalía fisiopatológico parece ser más común en rumiantes que en otras especies domésticas o en los lactantes, lo que sugiere que los rumiantes nacidos son más propensos a desarrollar metabólica severa acidosis de los lactantes durante la diarrea (Bleul *et al.*, 2006).

La leche no debe ser alimentada a la fuerza a la becerro que están deprimidos y no están interesados en la bebida. La alimentación forzada siempre lleva a la disfunción de la escotadura del esófago, de manera que la leche fermentada en las retículo-rumen puede promover la acidosis metabólica (Lorenz, 2004).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo del 01 de febrero al 30 de abril del 2015 en un establo de la Comarca Lagunera, el cual se localiza al Noreste del Estado de Durango entre las coordenadas 25° 32' y 25° 54' de latitud Norte y 103° 19' y 103° 42' de longitud oeste, a una altitud entre 1100 y 1800 msnm (INEGI, 2010).

Se utilizaron 80 becerras, 40 becerras por tratamiento. Para ambos tratamientos, cada litro de sustituto lácteo, fue preparado con 140 g de sustituto en polvo mezclado con 860 ml. de agua caliente, la mezcla se realizó completamente homogeneizada y ofrecida a 38° C a las becerras. Las becerras en ambos tratamientos, recibirán el sustituto de leche de la siguiente manera: del día 0 al día 12 dar 2 litros de sustituto por toma, del día 12 al día 15 dar 2.5 litros de sustituto de leche por toma, del día 15 al día 21 dar 3 litros de sustituto de leche por toma y por último dar los días 25 al día 51 dar 4 litros de sustituto por toma, son dos tomas diarias, una por la mañana 7 am y otra por la tarde 3 pm. El agua estuvo disponible a libre acceso a partir del segundo día de edad. Finalmente, se ofreció alimento iniciador (22% PC) a libre acceso a partir del tercer día de edad. El destete fue a los 60 días.

Las variables que se consideraron fueron: peso y altura al nacimiento, altura a la cruz al destete; además, además se estimaron las variables ganancia de peso total, ganancia de peso diario. La ganancia de peso total se obtuvo de la diferencia entre peso al destete menos peso al nacimiento, la ganancia de peso diario se calculó mediante la división de la ganancia de peso total entre el número de días en lactancia. Las variables a analizar serán: al nacimiento y al destete, peso y altura a la cruz; además se estimó la variable ganancia diaria de

peso. La ganancia diaria de peso se calculará mediante la división de la ganancia de peso total entre el número de días en lactancia. Las enfermedades que se registraron para determinar la salud de las becerras fueron diarreas y neumonías, además, se registró la mortalidad.

Cuadro 3. Composición nutrimental de los sustitutos lácteos utilizados en la alimentación de las becerras Holstein.

	SUSTIUTO A	SUSTITUTO B
Lactosa mínimo	33.00 %	*
Proteína mínimo	22.00 %	26.0 %
Grasa mínimo	20.00 %	16.0 %
Fibra máxima	0.15 %	0.10 %
Vitamina A mínimo	44,000 U.I. /kg	33,000 U.I. /kg
Vitamina D3 mínimo	11,000 U.I. /kg	6,600 U.I. /kg
Vitamina E mínimo	44,000 U.I. /kg	330 U.I. /kg
Vitamina C mínimo	*	330 mg/kg
Humedad máxima	6.00 %	*

El análisis estadístico de los datos se realizará mediante un análisis de varianza y una comparación de medias mediante la prueba de Tukey. Se empleará el valor de  $P < 0.05$  para considerar una diferencia estadística. Los análisis se ejecutarán utilizando el paquete estadístico de Olivares-Sáenz (2012).

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los resultados obtenidos en los parámetros de producción (Figuras 1 y 2) no se obtuvo diferencia estadística ( $P>0.5$ ). Quigley (1997), indica que la ganancia diaria de peso esperada para becerras alimentadas con sustituto de leche es de 0.400 g/d, por lo tanto las becerras de ambos grupos del presente experimento obtuvieron una ganancia de peso por arriba del peso esperado para estas becerras 0.561 SL-A y para el SL-B 0.562 g/d.

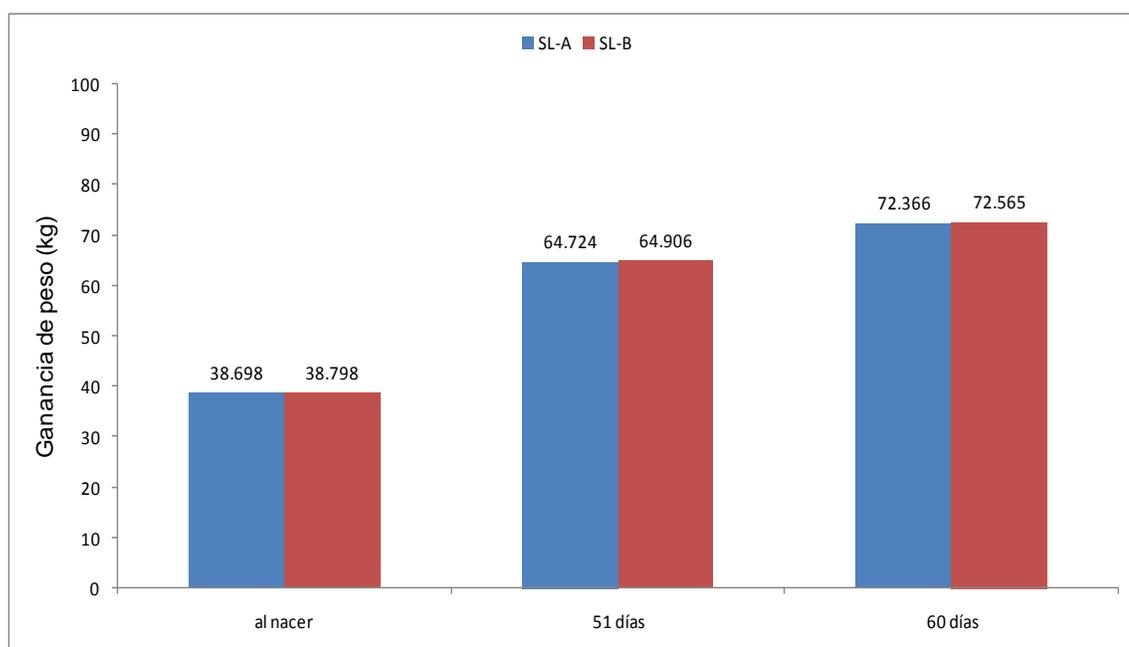


Figura 2. Ganancia de peso en las diferentes etapas de desarrollo de las becerras.

Jasper y Weary (2002) reportan ganancias de peso diario de 0.780 g/d en becerras alimentadas con leche a libre acceso, en comparación con becerras alimentadas convencionalmente obteniendo una ganancia de peso de 0.480 g/d. en donde todas las becerras fueron alimentadas con sustituto de leche durante 63 días. Favela (2015) reporta ganancia de peso de .607 kg en

becerras alimentadas con un sustituto de leche con 20% de proteína y 20% de grasa en un período de 45 días.

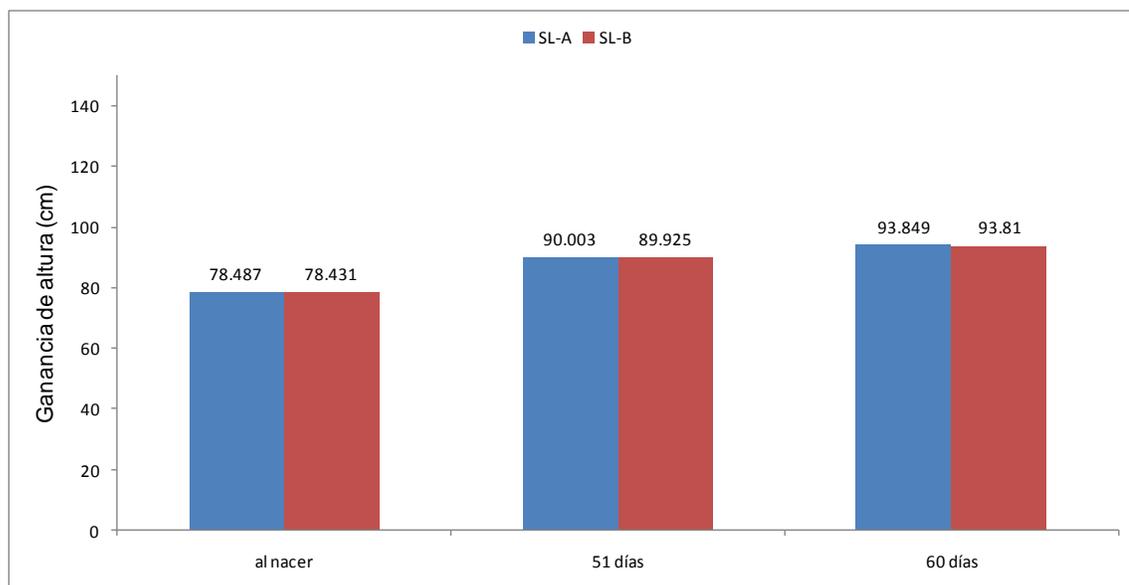


Figura 3. Ganancia de altura en las diferentes etapas de desarrollo de las becerras.

Las ganancias de peso en el presente estudio a los 60 días de vida de las becerras oscilan entre 72.36 y 72.565, son superiores a las reportadas por González *et al.* (2011a), indican ganancias de peso diario en becerras alimentadas con sustitutos con 20% de PC y 20% de grasa entre 67 y 68.8 kg/día en lactancias de 60 días. En becerras alimentadas con sustitutos con 20% PC: 20% grasa y 22% PC: 20% grasa, González *et al.* (2011b), observaron ganancias entre 63 y 68.7 kg/día en lactancia de 60 días.

González *et al.* (2011c), observaron ganancias de 60.60 y 54.67 kg en becerras alimentadas con sustitutos que contenían 20% PC: 20% grasa y 22% PC: 20% grasa respectivamente durante los primeros 60 días de vida. Ganancias similares son reportadas por González *et al.* (2011d), 68.75 y 63 kg

en becerras alimentadas con sustitutos que contenían 20% PC: 20% grasa y 22% PC: 20% grasa en los primeros 55 días de vida.

En relación a la salud de las becerras en el presente estudio no existió diferencia estadística ( $P < 0.5$ ) entre grupos (Figura 3).

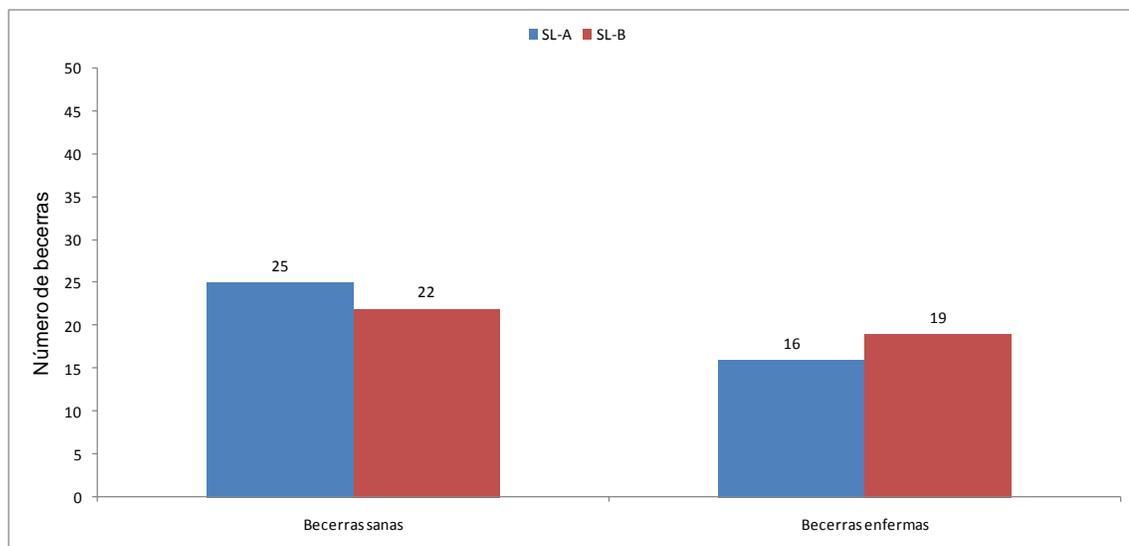


Figura 4. Cantidad de animales enfermos alimentados con sustitutos lácteos.

En cuanto a la morbilidad, número de becerras que presentaron eventos de enfermedad, diarrea más neumonía y mortalidad, no se detectaron diferencias entre tratamientos; sin embargo si se encontraron diferencias en el número de eventos de neumonía (Figura 4). Se tiende a asociar la neumonía con el período posterior al destete. En esta etapa el síndrome respiratorio bovino es el responsable del 50,4% de las muertes. Pero anteriormente, durante la lactancia, es responsable del 21,3% de bajas (NAHMS, 2007).

Favela (2015) reporta 6/20 animales enfermos de diarrea y 5/20 animales enfermos de neumonía en animales alimentados con sustituto de leche con

20% de proteína y 20% de grasa, en un período de 45 días de vida, estos resultados son menores a los observados en el presente estudio.

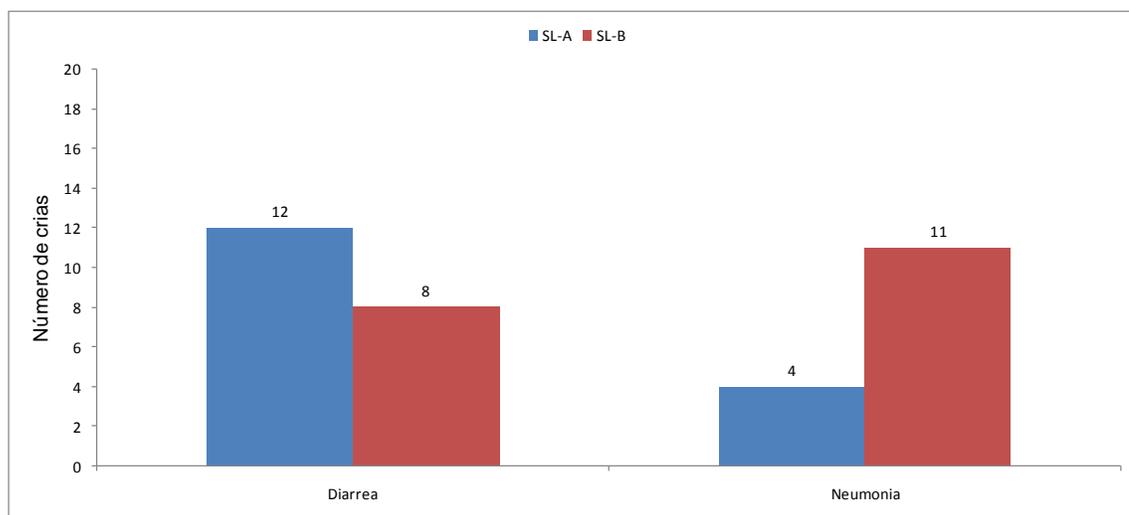


Figura 5. Morbilidad de diarreas y neumonías en becerras alimentadas con sustitutos lácteos.

Ahora bien, analizando la razón de los resultados en el estudio, las etiquetas que presentan los sustitutos no especifican con claridad los ingredientes utilizados en su elaboración, esto dificulta al momento de tomar la decisión de cual sustituto se utilizará en la alimentación de las becerras; en este estudio no se realizó un análisis nutrimental de cada sustituto.

## **5. CONCLUSIONES**

Bajo las condiciones de esta evaluación no se observó diferencia en el desarrollo de los animales. En relación a la incidencia de enfermedades no existió diferencia entre tratamientos. Para posteriores estudios se recomienda realizar análisis al sustituto para tener la certeza en el contenido de sus ingredientes, además, utilizar diferentes concentraciones y evaluar su impacto en el desarrollo de las becerras.

## 6. LITERATURA CITADA

- Abarazúa, A. 1992. Evaluación de un hidrolizado de un pescado (H-75) como fuente proteica en la fabricación de sustitutos lácteos. Tesis. Licenciatura. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 100 p.
- Amaral-Phillips, D. M. 2009. Nutrition of dairy heifers post-weaning for optimum economical growth. <http://www.uky.edu/Ag/AnimalSciences/dairy/extention/nut00031.pdf>
- Andrews, A. H. y R. W. Blowey. 2004. Bovine Medicine, diseases and husbandry of cattle. 2a ed. Black Well Scientific Publications, Great Britain.
- BAMN Publication a Guide to Calf Milk Replacers Bovine Alliance on management y nutrition Revised (2008) A Types, Use and Quality <http://nahms.aphis.usda.gov/dairy>
- Bleul, U., Schwantag, S. Stocker H, Corboz, L. Grimm, F. Engels, M. Borel, N. Lutz, H. Schonmann, M. y Kähn, W. 2006. Floppy Kid Syndrome Caused by D-Lactic Acidosis in Goat Kids. J Vet Int Med. 20:1003-1008.
- Church, D. C. 1988. El Rumiante. Fisiología digestiva y nutrición. Editorial Acribia. S. A Zaragoza-España. 641 p.
- Cunningham, J. G. 1999. Fisiología Veterinaria. México, Edición McGraw-Hill Interamericana. 397-398 p.
- Donovan, D. C., Franklin, S. T., Case, C. C. L. y Hippen, A. R. 2002. Growth and health of Holstein calves fed milk replacers supplemented with antibiotics or enteroguard. J. Dairy Sci. 85:945
- Favela, E. N. 2015. Efecto del selenio y vitamina B12 sobre el desarrollo y supervivencia de becerras lecheras Holstein Friesian. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. Torreón Coahuila, México.
- Foster, D. M. y G. W. Smith. 2009. Pathophysiology of diarrhea in calves. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 25:13-36.
- Fournier, A. 1998. Votre future vache. Producteur-de-Lait-Quebecois. 18: 34.

- Gabinaitiene, A., Siugzdaite J., Zilinskas H., Siugzda R. y Petkevicius S. Mycoplasma bovis and bacterial pathogens in the bovine respiratory tract . Veterinari Medicina, 56(1):28-34
- González-Avalos. R., González-Avalos, J., Rodríguez-Hernández, K., Peña-Revuelta, B.P., y Núñez-González, L.E. 2011a. Desarrollo productivo de becerras Holstein alimentadas con sustitutos lácteos con similar contenido de proteína: Estudio de caso 2. 11º Congreso Internacional de MVZ Especialistas en Bovinos. Torreón Coahuila.
- González, A. R., A. J. González, H. K. Rodríguez, P. B. P. Revuelta, y N. L. E. González. 2011b. Desarrollo productivo de becerras Holstein lactantes alimentadas con sustitutos de leche I. XXIII Semana Internacional de Agronomía. Gómez Palacio, Durango.
- González-Avalos. R., González-Avalos, J., Rodríguez-Hernández, K., Peña-Revuelta, B.P., y Núñez-González, L.E. 2011c. Desarrollo productivo de becerras Holstein alimentadas con sustitutos lácteos con similar contenido de proteína: Estudio de caso 1. 11º Congreso Internacional de MVZ Especialistas en Bovinos. Torreón Coahuila.
- González, A. R., A. J. González, H. K. Rodríguez, P. B. P. Revuelta, y N. L. E. González. 2011d. Desarrollo productivo de becerras Holstein lactantes alimentadas con sustitutos de leche II. XXIII Semana Internacional de Agronomía. Gómez Palacio, Durango.
- Heinrichs, A. J. y Jones, C. M. 2003. The Pennsylvania State University, College of Agricultural Sciences Agricultural Research and Cooperative Extension
- Jasper J. y Weary D. M. 2002. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. *J. Dairy Sci.* 85:3054-3058.
- Kanjanapruthipong, J. 1998. Supplementation of milk replacers containing soy protein with threonine, methionine, and lysine in the diets of calves. *Journal of Dairy Science.* 81(11): 2912-2915.
- Latrille, L. 1988. Avances en la alimentación y cría de terneros de lechería. Avances en la nutrición animal. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia. Chile. 1-24 p.
- Lorenz I, Mee J. F. Early, B. y More, S. J. 2011. Calf health from birth to weaning. I. General aspects of disease prevention. *Ir Vet J.*
- Marshall, S. P. y Smith, K. L. 1970. Effects of different milk and levels on intake upon growth of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 53:1622

- Michell, A. R. 2005. Why has oral rehydration for calves and children diverged: direct vs. indirect criteria of efficacy. *Res Vet Sci.* 79:177-181.
- Morales, R. y Ramírez, J. Edición 2014. Optimización de la crianza de hembras de reemplazo de lechería. Osorno Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín N°297, 96 pp
- Moreno, J. J. 2004. Bases Fisiológicas y Nutricionales que apoyan las formulaciones actuales de sustitutos de lácteos. Disponible en: [www.uc.cl/agronimia/d\\_investigacion/Proyectos/ProyectosTitulos/pdf/CienciasAnimales/JoaquinMorenoP.pdf](http://www.uc.cl/agronimia/d_investigacion/Proyectos/ProyectosTitulos/pdf/CienciasAnimales/JoaquinMorenoP.pdf) [Consulta: 11 de enero del 2006].
- NAHMS (National Animal Health Monitoring System). 2007a. Dairy 2007: Heifer calf health and management practices on U.S. dairy operations, 2007. United States Department of Agriculture:Animal and Plant Health Inspection Service:Veterinary Services:Centers for Epidemiology and Animal Health (USDA:APHIS:VS:CEAH), Fort Collins, CO.
- National Research Council (N.R.C). 2001. Nutrients requirements of dairy cattle. Seventh revised edition. National Academy Press.
- Nitsan, Z. Volcani, R. Hasdai, A. Gordin, S. 1971. Soybean protein substitute for milk protein in milk replacers for suckling calves. *Journal of Dairy Science.* 55(6): 811-821.
- Orskov, E R. y Ryle, M. 1990. Energy nutrition in ruminants. Elsevier Science Publishers Ltd. London and New York. 160 p.
- Pérez, L. O., Ávila, D. A., Pérez, S. J. M. y Román, P. H. 1986. Comportamiento de becerros de razas lecheras criadas en condiciones de clima tropical subhúmedo. En: Memorias del XXX Congreso Nacional de Buiatría. Tampico, Tamaulipas, p. 741
- Plaza, J. y Fernández, E. 1994. Efecto de la sustitución de leche íntegra por reemplazador lechero (RL) en el comportamiento de los terneros. *Rev. Cubana de Cienc. Agríc.* 28:51
- Prestón, T. R. y Willis, MB. 1970. Producción intensiva de carne. Edición: Instituto del Libro. La Habana. Cuba. 237 p.
- Quigley, J. D. 1997. Replacement heifers from birth to weaning. *Western Dairy Management Conference.* March 13-15, Las Vegas, Nevada, USA. p. 23-34.

- Quigley, J. D., Strohbehm, R. E., Kost, C. J. y O'Brien, M. M. 2001. Formulations of colostrums supplements, colostrum replacers and acquisition of passive immunity in neonatal calves. *Journal of Dairy Science*. 84: 2059-2065.
- Quigley III, J. D. y Bernard, J. K. 1996. Milk replacers with or without animal plasma for dairy calves. *J. Dairy Sci.* 79:1881
- Quintero B. G. 2008, Departamento Producción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Agraria de la Habana, Apartado 18 San José de las Lajas, La Habana, Cuba
- Raven, A. M. 1972. Nutritional effects of including different levels and sources of protein in milk replacers for calves. *J. Sci. Fd. Agric.* 23:517
- Reynolds, D. J., Morgan, J. H., Chanter, N., Jones, P. W., Bridger, J. C., Debney, T. G. y Bunch, K. J. 1986. Microbiology of calf diarrhoea in southern Britain. *Vet Rec.* 119:34-39.
- Roy, J. H. B. 1980. *The calf studies in the agricultural and food sciences.* Butterworths. London. Inglaterra. I Nutrición. 201 p.
- Saucedo-Quintero, J. S., Avendaño-Reyes, L., Álvarez-Valenzuela, F. D., Rentería-Evangelista, T. B., Moreno-Rosales, J. F., Montañó-Gómez, M. F., Medina-Basulto, G. E., Gallegos-de la Hoya, M. P. 2004. Evaluation of four feeding systems for holstein calves in the mexicali valley, Mexico. *proceedings, western section, american society of animal science*, vol. 55.
- Schingoethe, D. J. 2001. Feeding and managing dairy calves and heifer. <https://www.sdstate.edu/abe/wri/water-quality/upload/EXEX4020.pdf> [last accessed 12.04.2012]
- Silva, A. G., Huber, J. T. y De Gregorio, R. M. 1986. Influence of substituting two types of soybean protein for milk protein on gain and utilization of milk replacers in calves. *J. Dairy Sci.* 69:
- Thomsen, N. K. y Rindsig R. B. 1980. Influence of similarly flavored milk replacers and starters on calf starter consumption and growth. *Journal of Dairy Science*. 63(11): 1864-1868.
- USDA (2002) Part I: References of dairy health and management in the United States, 2002. USDA: APHIS,
- Wallace, H. D., Loosli, J. K. y Turk, K. L. 1951 Substitutes for fluid milk in feeding dairy calves. *Journal of Dairy Science*. 34(3): 256-264.

- Wittenberg, K. M. y Ingalls, J. R. 1979. Utilization of fababean protein concentrate in milk substitute diets by preruminant calves. *Journal of Dairy Science*. 62(10): 1626-1631.
- Yvon, M. y Pelissier, J. 1987. Characterization and kinetics of evaluation of peptides resulting from casein hydrolisys in the stomach of the calf. *J. of Agric. And Food. Chemistry*. 53 – 145 p.