

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS



Evaluación del desarrollo de becerras Holstein Friesian suplementadas con selenio y vitamina B<sub>12</sub>

Por:

EDUARDO GUEVARA JAIME

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Torreón, Coahuila, México

Agosto 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS

Evaluación del desarrollo de becerras Holstein Friesian suplementadas con  
selenio y vitamina B<sub>12</sub>

Por:

**EDUARDO GUEVARA JAIME**

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito  
parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por:

  
\_\_\_\_\_  
DR. JUAN MANUEL GUILLEN MUÑOZ

Presidente

  
\_\_\_\_\_  
DR. RAMIRO GONZÁLEZ ÁVALOS


Vocal

  
\_\_\_\_\_  
MC. BLANCA PATRICIA PEÑA REVUELTA

Vocal

  
\_\_\_\_\_  
MC. KARLA QUETZALLI RAMIREZ URANGA

Vocal Suplente

  
\_\_\_\_\_  
MC. JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS

Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México

Agosto 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS

Evaluación del desarrollo de becerras Holstein Friesian suplementadas con  
selenio y vitamina B<sub>12</sub>

Por:

**EDUARDO GUEVARA JAIME**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS  
Asesor Principal

MC. BLANCA PATRICIA PEÑA REVUELTA  
Coasesor

MC. MELISA CONCEPCIÓN HERMOSILLO ALBA  
Coasesor

MC. JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México  
Agosto 2022

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi “Alma Terra Mater” por ser tan noble institución, abirme sus puertas y permitirme desarrollarme y crecer como persona y en el ámbito profesional.

A dios, por siempre guiarme, darme fortaleza y fuerzas para seguir adelante siempre presente en cada uno de mis logros.

A mi madre: Teresa Jaime; infinitamente agradecido por darme la oportunidad de continuar con mis estudios, estar y apoyarme en mis decisiones, por el afecto y cariño. Gracias por tus palabras y tu educación brindadas, un ejemplo a seguir para mis hermanos y para mí, por tu paciencia, sabiduría y valentía, gracias. Te aprecio mucho.

A mis hermanos: Angelica, Adriana, Alejandro, Noemí, María, José Alberto, Jorge y Lourdes, por los consejos brindados, por los momentos de motivación, por preocuparse y por contribuir en mi formación, en general por todas las acciones las cuales los hacen partícipes de la realización de este sueño.

A Norma, por estar siempre presente, brindarme su apoyo y lo más importante su cariño incondicional, por motivarme día a día a ser mejor, gracias

Al Dr. Ramiro Gonzales Avalos, por brindarnos la oportunidad de hacer crecer y desarrollar nuestro conocimiento, por motivarnos a desempeñar de buena manera nuestra noble profesión, por siempre brindarnos las mayores herramientas cuando lo necesitamos, por ser un ejemplo como persona y como profesional. Por todo su tiempo brindado, gracias.

En general a todos los maestros que de alguna manera contribuyeron en mi formación, gracias por sus conocimientos brindados.

A mis compañeros y amigos de generación: Danier, Zamora, Arturo y Daniel Luna gracias por sus consejos, tiempo y sobre todo por la amistad brindada.

## DEDICATORIAS

Manifiesto mi agradecimiento a todas las personas que me brindaron su apoyo y, los hago partícipes de este logro tan significativo para mí.

Sin duda alguna la dedicación de este logro es principalmente para mi madre y mis hermanos los quiero mucho.

Norma, sabes que eres parte de la felicidad en la realización de este sueño, te quiero mucho

Agradezco al Dr. Ramiro González, asesor principal, gracias por contribuir, apoyarnos e impulsarnos para ser mejores personas y profesionistas.

A los maestros que me formaron en mi “Alma Terra Mater”

A mis compañeros y amigos durante mi estancia en la universidad, gracias por formar parte de esta etapa.

## RESUMEN

La crianza de becerras es un área sumamente importante dentro de la industria lechera, ya que de estas depende el futuro de las explotaciones. Sin embargo es una de las áreas la cual es más deficiente, esto se refleja en el alto porcentaje de vaquillas que son importadas, una alta morbilidad y mortalidad, lo cual eleva los costos para el productor. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del selenio y vitamina B<sub>12</sub> en ganancia de peso y altura de becerras Holstein recién nacidas. Para esto se seleccionaron 2 grupos de manera aleatoria, cada uno conformado por 30 becerras. Estas fueron retiradas de la mamá inmediatamente después del nacimiento, medidas y pesadas, posteriormente alojadas en jaulas de metal, previamente lavadas y desinfectadas. Se alimentaron con 2 tomas de calostro, la primera a la hora de haber nacido y la segunda a las 6 horas ambos grupos, cada una de las tomas fue de 3 L. El tratamiento a base de selenio y vitamina B<sub>12</sub> se administró de la siguiente manera: T1= 0 mL, T2=2 mL. El tratamiento se administró 10 minutos después del nacimiento vía subcutánea. Los resultados obtenidos indican que no hay una diferencia estadística significativa en ganancia de peso y altura entre el grupo selenio y el testigo.

**Palabras clave:** alimentación, crecimiento, desarrollo, salud, suplementación.

## Índice general

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	iii
RESUMEN.....	iv
Índice general.....	v
Índice de cuadros .....	vi
Índice de figuras .....	vii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo .....	2
1.2. Hipótesis .....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1. Importancia de cría de becerras .....	4
2.2. Principales problemas en la crianza.....	7
2.3. Sistemas de alimentación .....	9
2.4. Uso del calostro .....	11
2.5. Alimentación de becerras.....	12
2.6. Importancia del consumo de concentrado.....	16
2.7. Parámetros de ganancia de peso y altura.....	17
2.8. Minerales .....	18
2.9. Selenio .....	19
2.10. Vitamina B12.....	20
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	24
5. CONCLUSIONES.....	27
6. LITERATURA CITADA .....	28



## Índice de cuadros

Cuadro 1. Ganancia de peso de becerras suplementadas con selenio y vitamina B <sub>12</sub>	24
Cuadro 2. Altura de becerras suplementadas con selenio y vitamina B <sub>12</sub> .	26

## Índice de figuras

Figura 1.	Comparación de sistema digestivo de bovino joven y adulto	13
-----------	---	----

## 1. INTRODUCCIÓN

La crianza de becerras para reemplazos es muy importante para el mantenimiento y expansión de los hatos lecheros, comúnmente las explotaciones importan vaquillas, esto demuestra que existe una gran debilidad en esta importante área en las unidades de producción lechera; resultados de investigaciones realizadas han mostrado que la crianza adecuada de las crías en la misma explotación permite un ahorro del 35% en comparación de las vaquillas importadas (González *et al.*, 2017, González, 2015). El período más crítico en la crianza de becerras es el primer mes de vida, debido a un alto riesgo de aparición de enfermedades y mortalidad (Svensson *et al.*, 2006). En los bovinos al nacer su sistema inmune es inmaduro e incapaz de producir suficientes inmunoglobulinas (Ig) para combatir infecciones (Elizondo-Salazar, 2007). La alimentación con calostro es un paso crítico para elevar la salud de las becerras como resultado de la fisiología y metabolismo de la especie bovina. La salud de las becerras depende casi totalmente de la transferencia pasiva de inmunoglobulinas maternas en el calostro. De esta manera, la adquisición de Ig a través de la absorción intestinal protege a la ternera de las enfermedades hasta que su sistema inmune llegue a ser completamente funcional (Robinson *et al.* 1988). El intestino delgado de la ternera tiene la capacidad de absorber moléculas grandes intactas, como Ig y otras proteínas, únicamente durante las primeras 24 horas de vida (Stott y Menefee 1978; Larson *et al.* 1980; Hopkins y Quigley III 1997; Morin *et al.* 1997). Transcurrido este tiempo, se da un proceso que se denomina como el cierre intestinal (Bush and Staley 1980). Alcanzar un consumo temprano y adecuado de calostro de alta calidad, es un factor

independiente, importante de manejo que determina la salud y sobrevivencia de las terneras (Nocek et al. 1984; Hopkins y Quigley III 1997). Se le denomina calostro a la primera secreción producida por la glándula mamaria después del parto. Es especialmente rico en anticuerpos, los cuales proveen a la ternera su protección inmunológica durante las primeras semanas de vida. El calostro contiene un gran número de linfocitos, neutrófilos, macrófagos, factores de crecimiento y hormonas como la insulina y el cortisol (Le Jan, 1996).

La ingesta inadecuada de calostro de buena calidad conduce a una transferencia fallida de inmunidad pasiva, asociada con morbilidad, mortalidad y peso más bajos antes del destete (Wittum y Perino, 1995 y Dewell *et al.*, 2006).

El selenio es un micromineral que participa regulando y coordinando numerosos procesos metabólicos, su exceso puede ser dañino (López, 2012).

La deficiencia de Selenio tiene como consecuencia problemas en la eficiencia productiva y la salud de los animales, incluso elevada mortalidad en las crías. Entre las anomalías más documentadas está: menores ganancias de peso, menor producción de leche, baja eficiencia reproductiva, con reducción en la fertilidad, la prolificidad y la calidad seminal (Gabryszuk y Klewec, 2002). La deficiencia aparece cuando los suelos son pobres en Se o contienen elevados niveles de otros minerales que compiten su utilización por las plantas (Pugh, 2002).

### **1.1. Objetivo**

Determinar el efecto del Selenio y vitamina b<sub>12</sub> en la ganancia de peso y altura en becerras Holstein recién nacidas.

## **1.2. Hipótesis**

Se incrementa el desarrollo en becerras suplementadas con selenio y vitamina B<sup>12</sup>

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Importancia de cría de becerras

La salud y la supervivencia de los terneros son preocupaciones primordiales de los productores de vacas y terneros (Murray *et al.*, 2016).

Se define como crianza de reemplazos a aquellas etapas que van del nacimiento hasta el estado de vaquilla al parto (Blanco, 2007). El área de crianza representa el futuro de los establos dedicados a la crianza de bovinos para la producción de leche o de doble propósito. La importancia se respalda en que las crías desarrolladas adecuadamente, cuando llegan a la etapa de vaquillas, serán las que reemplacen a las vacas desechadas del establo, esto por problemas reproductivos, sanitarios o por bajo rendimiento de leche.

Cuando en un establo se planifica un programa apropiado de Mejoramiento genético se asume que las crías tendrán un mayor potencial genético comparado a sus progenitores. Por estas razones es necesario implementar eficientes programas de alimentación, manejo y sanidad en cada una de las etapas (becerra, vaquilla y vaca) para garantizar la cantidad requerida de animales de reemplazo que servirán para reponer a las vacas eliminadas del hato para mantener la estabilidad poblacional e incluso para disponer de un mayor número de vacas que podrán incorporarse al establo para aumentar la población ganadera (Almeyda y Parreño, 2011). Por tal motivo se necesita de un programa adecuado para criar becerras y vaquillas para el reemplazo o de los adquiridos que igualen o superen los niveles presentes de producción (Ortiz *et al.*, 2005). A causa de las condiciones de los

últimos años se obliga al productor a ser más eficiente en la cría y desarrollo de vaquillas.

Esta es un área de suma importancia ya que lo que se haga hoy se reflejará en el futuro; el productor debe criar las vaquillas de la manera más eficiente para reducir los gastos, esto sin llegar a afectar negativamente su salud y futura productividad (Belloso, 2005). Los animales jóvenes representan uno de los mayores problemas en las explotaciones comerciales, puesto que es en esta etapa cuando se deben sentar las bases para un correcto crecimiento y es, a su vez, cuando más delicados son los animales en general (Bacha, 1997).

Una buena ganadería es el resultado de una crianza adecuada de las terneras de reemplazo (Delgado, 2001). La crianza de becerras para reemplazos es de gran importancia para el mantenimiento y constante crecimiento de los hatos lecheros de la Comarca Lagunera. Sin embargo, en la mayoría de las unidades de producción lechera se importan vaquillas, hecho con el cual se deduce que existe una gran debilidad en esta importante área; estudios realizados por diversos autores han mostrado que la crianza adecuada de las crías dentro de la misma explotación genera un ahorro de casi 35% en comparación con las unidades de producción que importan vaquillas. En la Comarca Lagunera se deduce que las principales debilidades en las áreas de crianza se relacionan con enfermedades, mortalidad, resistencia de las bacterias a los antibióticos; además del uso de tecnología inadecuada en el manejo de los animales (González *et al.*, 2017 y González, 2015).

El período más crítico en la crianza de becerras lecheras es el primer mes de vida, esto debido al alto riesgo de aparición de enfermedades y mortalidad (Svensson *et al.*, 2006).

Teniendo en cuenta que la crianza de becerras y vaquillas de reemplazo no es sencilla, ya que está compuesta por una serie de etapas que afectan en diferentes grados a su objetivo principal: obtener el mayor número de vaquillas sanas, que paran aproximadamente entre 22 y 24 meses de edad, que sirvan para el reemplazo de animales y para crecimiento del hato en producción, cuando sea el caso (Rodríguez *et al.*, 2012). A esto le aunamos que, representa entre el segundo y tercer lugar de los costos de producción en los establos, además de que los productores no ven el retorno de su inversión hasta que las vaquillas comienzan a producir leche (Tozer y Heinrichs, 2001 y Heinrichs *et al.*, 2013). De acuerdo con estudios realizados en Estados Unidos y en la Región Lagunera, los costos asociados con la lactancia se encuentran aproximadamente entre \$51 y \$78 pesos mexicanos por día por becerro (Tozer and Heinrichs, 2001; Heinrichs *et al.*, 2013; González *et al.*, 2017).

Uno de los principales factores que limita el desarrollo de la ganadería lechera es la crianza de vaquillas para reemplazo, por lo que es primordial buscar alternativas de solución y diseñar sistemas de producción de acuerdo con la realidad socio-económica, que en el caso de la industria lechera resulten en una producción eficiente, atractiva y económicamente costeable para el productor, además de accesible a toda la población y que permita la cría económica de los reemplazos para la preservación de estos sistemas (Schingoethe y García, 2013).



El reto de criar terneras está en el logro de animales que vayan a ser inseminadas por primera vez a los 14 meses, con una talla por encima de 125 cm y con un peso por encima de 350 Kg para ganado Holstein. La mayoría de los ganaderos lo están logrando con el ajuste de raciones y los programas preventivos implementados en el manejo rutinario de sus terneras. Una ternera nacida y bien criada es sinónimo de una vaca dentro de 2 años y hacia esto se debe orientar cualquier programa de crianza de animales para reemplazo (Delgado, 2001). Usualmente, la pubertad en vaquillas Holstein se inicia cuando los animales alcanzan entre el 40 y 50% de su peso total, lo que equivale a 280 y 350 kg de peso vivo, respectivamente (Wattiaux, 1997).

Con la globalización de la industria láctea y del comercio, es cada vez más importante reducir los costos de producción para lograr ser competitivos y, dentro de esto, el desarrollo adecuado de hembras de reemplazo es una inversión costosa para las industrias lecheras. Estimaciones de todos los gastos asociados con esta área específica son de aproximadamente el 20% del total de los costos de producción (Pirlo *et al.*, 2000).

## **2.2. Principales problemas en la crianza**

La salud de las becerras debe ser una de las prioridades tanto en ganado lechero como ganado de carne, a pesar de esto, estudios realizados por la NAHMS (2007), en ganado lechero, documentan una tasa de mortalidad de vaquillas predestete de 8.7% y reporta que solo el 40% de los establos pueden abastecer el número adecuado de reemplazos para su propio hato. Las principales enfermedades tanto para becerros lecheros como de carne, continúan siendo las mismas, diarrea,

neumonía y septicemia. Para el control de diarrea, se han implementado programas efectivos con muchos componentes, por ejemplo; searar la cría de la vaca inmediatamente después del nacimiento, instalaciones adecuadas, desinfección del equipo de alimentación e ingesta adecuada de calostro (Smith, 2011).

Tasas altas de morbilidad y mortalidad en beceras recién nacidas son atribuidas a enfermedades infecciosas; las dos más frecuentes que afectan a las beceras son la diarrea y las enfermedades respiratorias. La tasa de mortalidad en beceras antes del destete es tiene un promedio de 7.8%. La diarrea y otros problemas digestivos se les atribuye el 56.5% de las muertes; las enfermedades respiratorias es la segunda causa de mortalidad con un 22.5% (USDA, 2010).

Por otro lado, el manejo del calostro es una de las áreas de preocupación más significativas dentro de los establos en la actualidad (Godden, 2008). Muchos patógenos pueden llegar a ser transmitidos a la becerra a través del calostro, puede ser por descamación directa de la glándula mamaria, contaminación después de la ordeña o por una proliferación de bacterias en el calostro por un método incorrecto de almacenamiento (Godden *et al.*, 2006). La pasteurización puede servir como un método efectivo y práctico para reducir la cantidad de bacterias presentes en el calostro (Elizondo-Salazar *et al.*, 2010).

Así como también, la transferencia de inmunidad pasiva a través del calostro materno es indispensable para la salud y supervivencia de las beceras en las primeras semanas de vida (Elizondo-Salazar y Heinrichs, 2008). La falla en la transferencia de inmunidad pasiva se da cuando la becerra no recibe una cantidad adecuada de inmunoglobulinas (Haines y Godden, 2011). La falla en la transferencia

de inmunidad pasiva ha sido relacionada con el incremento de morbilidad, mortalidad y reducción en la tasa de crecimiento de las becerras (Wells *et al.*, 1996).

### **2.3. Sistemas de alimentación**

Las becerras representan el futuro del establo, es importante que reciban un buen manejo que les permita optimizar su potencial genético. La implementación de programas para la alimentación de becerras es una de las vías para lograr mayor eficiencia en la producción lechera. La alimentación en la vida temprana de la becerro, puede afectar no solamente el desempeño y supervivencia durante el tiempo de la alimentación líquida, sino que también la producción futura de leche ya que la becerro alcanza su edad adulta (Soberon *et al.*, 2012).

El calostro juega un papel importante en la inmunidad y la buena nutrición del becerro recién nacido en la transferencia de inmunidad pasiva (Ávila, 1990). Es importante que el calostro se administre de manera adecuada, en el tiempo correcto (no más allá de las dos horas de nacido), a la temperatura adecuada (lo más cercano a la temperatura corporal) y en volumen adecuado (10 % del peso corporal), ya que inmediatamente después de ser administrado entrara en contacto con las vellosidades intestinales y si no está a la temperatura adecuada, retrasara su labor de protección, con la higiene apropiada, puesto que la velocidad de ingreso del calostro y de las bacterias productoras de la enfermedades es la misma, por lo tanto es una competencia de la bacteria con el calostro (Church, 1979).

La leche entera de vaca es el alimento ideal para la becerro, administrada de manera adecuada y con las mismas advertencias hechas para calostro, cumple una excelente función en la alimentación de la becerro. En un promedio de 4 litros por

día, combinada con un alimento balanceado adecuado, es la mejor manera de criar animales sanos (McDonald *et al.*, 1988).

Durante varios años se ha utilizado leche fresca en la alimentación de becerras. Se han analizado varios sistemas y formas de suministro, y los mejores resultados se han obtenido con el sistema de oferta diferido, 6 L. diario, hasta los 30 d de edad y 3 L. diario, del día 31 d al destete (Plaza *et al.*, 1986).

Destete temprano: es posible obtener GPV superiores a los 530 g por día, al aplicar el destete temprano, entre 35 y 42 d de edad, en terneros Holstein, con peso vivo inicial entre 36 y 37 kg.

Crianza de becerras en sistemas de amamantamiento: Los sistemas de amamantamiento restringido debidamente manejados muestran un incremento de 30 % en la producción total de leche, así como una mayor ganancia de peso vivo, esto por la utilización de la leche residual, de mayor contenido en grasa y sólidos totales (Ugarte 1977). Sin embargo, a pesar de los beneficios del amamantamiento restringido, este puede afectar los indicadores reproductivos del rebaño, al aumentar el tiempo de contacto de la madre con los terneros. Debido al incremento de la estimulación hipotalámica, se reduce la producción de  $\beta$ -endorfinas y de hormonas de liberación de gonadotropinas (GnRH), lo cual resulta en una actividad ovárica con ciclos reproductivos menos estables (Lima *et al.*, 2009).

Destete temprano de becerras con leche y alimentos concentrados: Con la implementación del destete temprano, se reduce el consumo de leche y se utilizan las posibilidades que ofrece el desarrollo temprano del rumen para la transformación eficiente de los alimentos, una vez que se realiza el destete. Es

posible obtener GPV por encima de los 530 g.d-1, al aplicar el destete temprano, entre 35 y 42 d de edad, en terneros Holstein, con peso vivo al nacer entre 36 y 37 kg y consumo de leche entre 96 y 120 L (Quiñones y Preston, 1968).

La implementación de programas para la alimentación de becerras es una de las alternativas para lograr mayor eficiencia en la producción lechera, ya que en la etapa pre-destete se utilizan cantidades reducidas de leche o sustitutos de leche durante un corto período de tiempo. Desde la primera semana de vida, es necesario el consumo de concentrado iniciador para que se obtenga el desarrollo adecuado del rumen y por consiguiente, un mejor comportamiento durante el crecimiento (Saucedo *et al.*, 2005).

#### **2.4. Uso del calostro**

El éxito en el desarrollo de las becerras comienza con el primer suministro de calostro. Las becerras que reciben la adecuada cantidad de calostro, presentan altas concentraciones de inmunoglobulinas circulantes en sangre, esto se refleja en un descenso en la morbilidad y mortalidad por ciertas enfermedades infecciosas, tales como septicemia, enteritis, diarreas y enfermedades respiratorias (Besser y Gay, 1994).

El calostro bovino está compuesto por la mezcla de las secreciones lácteas, además está formado por suero de la sangre, su mayoría inmunoglobulinas y otras proteínas del suero, que se acumulan en la glándula mamaria durante el periodo seco (Godden, 2008).

Durante la etapa de crianza, las becerras se enfrentan a una serie de desafíos como adquirir una cantidad adecuada de calostro de alta calidad, evitar enfermedades infecciosas, y el impacto de otros factores de estrés como son el descorne y el destete. Por ejemplo, la falla en la transferencia de inmunidad pasiva debido a un inadecuado consumo de calostro, no sólo contribuye a un incremento en la mortalidad durante los primeros días de vida de una becerro sino que tiene efectos reflejados a largo plazo (Wells *et al.*, 1996). La falla en la transferencia de inmunidad pasiva, tiene por consecuencia una menor eficiencia y tasa de crecimiento (Faber *et al.*, 2005).

El calostro es el alimento ideal para el ternero recién nacido, ya que es un alimento que cumple con las cantidades necesarias de nutrientes para los primeros días de vida. Además de que aporta inmunoglobulinas (Ig), que pasan intactas a través de las aberturas de la membrana intestinal del ternero, el calostro de buena calidad contiene 50 g de Ig.L-1, que proporcionan al recién nacido la inmunidad pasiva suficiente (10 mg.mL-1 de suero) y alta viabilidad.

## **2.5. Alimentación de becerras**

Los animales jóvenes representan uno de los mayores problemas en las explotaciones comerciales, debido a que es en ese momento cuando se deben aplicar las bases para un correcto crecimiento y es en esa etapa, cuando más propensos son todos los animales en general (Bacha, 1999). Las becerras recién nacidas deben de ingerir alimentos altamente digestibles que les proporcionen los niveles adecuados de proteína de alta calidad, energía, vitaminas y minerales. La calidad y composición del sustituto de leche ejerce influencia sobre el crecimiento,

salud y en general sobre el desempeño de las becerras. La alimentación en la vida temprana de la becerro, puede afectar no solamente el desempeño y supervivencia durante el tiempo de la alimentación líquida, sino también la producción a futuro de leche una vez que la becerro llega a su edad adulta (Heinrichs y Coleen, 2002).

Los sustitutos de leche son una excelente fuente de nutrición para las becerras antes del destete. Cuando están bien formulados, fabricados, mezclados y administrados, proporcionan un rendimiento similar al de la leche entera (Quigley, 1999). Para que un sustituto de leche sea considerado de buena calidad, debe contar con todas las necesidades nutricionales en la becerro; es decir, aportar proteínas, energía, vitaminas y minerales para satisfacer requerimientos de mantenimiento y crecimiento que necesita el animal. Debido a que el sustituto es el único alimento que consume el animal en las primeras semanas de vida, la formulación debe ser lo más parecido posible a la leche, incorporando cantidades suficientes de nutrientes para lograr un buen desarrollo (Garzón, 2007).

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 definir una fase pre rumiante, una fase de transición y una final rumiante (Fournier, 1998).

Al nacer el rumen retículo no está desarrollado, ocupa solo el 38% de los pre estómagos, aumenta al 85% en relación a los otros, en el adulto y en forma opuesta el abomaso o estómago verdadero representa al nacer el 59 % y en el adulto sólo el 8% (Lagger, 2010).

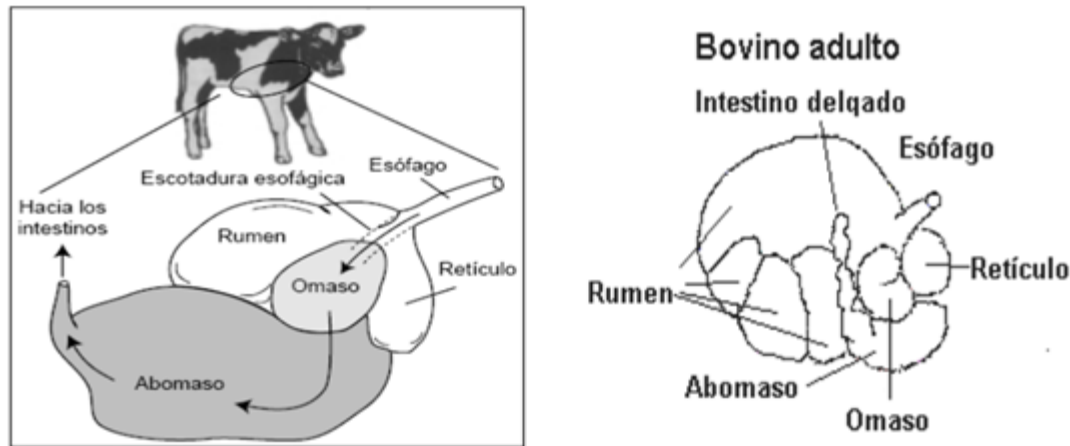


Figura 1. Comparación de sistema digestivo de bovino joven y adulto (tomado de Garson, 2007).

Al nacer, el ternero no tiene defensas, esto se debe a el tipo de placenta del bovino, pero fisiológicamente, está preparado para recibir el calostro, del cual el aporte de inmunoglobulinas se estima que es del 90 %. Vía gotera esofágica, llega al abomaso, donde el potencial enzimático gástrico se encuentra aumentado, precipita la caseína y grasa y las inmunoglobulinas pasan al intestino para su absorción mediante la pinocitosis. (Lagger, 1994). La cantidad de calostro recomendada, para asegurar una buena inmunidad es administrar 1 galón (3,75 litros) en las primeras horas y  $\frac{1}{2}$  galón en las siguientes 6 a 8 horas. El suministro se puede realizar por medio de sondas buco-esofágicas o por mamadera. Con la técnica de la sonda, el calostro va al rumen y tarda aproximadamente 3 horas en llegar al abomaso. Con mamadera, la gotera se cierra y la leche pasa directamente al abomaso, iniciando la digestión (Corbet, 2009).

Es biológicamente posible alimentar terneros jóvenes con la utilización de concentrados únicamente y practicar un destete temprano, o piensos de última generación con cereales morturados o rolados, mezclado con pelets de correctores



vitamínicos y minerales, elaborados con concentrados proteicos, melaza, minerales y vitaminas, con alta aceptabilidad, y estabilidad en la fermentación ruminal, o simplemente piensos elaborados tradicionalmente a partir de fuentes proteicas y energéticas convencionales. Estos sistemas estimulan el desarrollo papilar a través de los Ácidos Grasos Volátiles (AGV) producidos por la acción de la microflora presente en este órgano (Quigley, 2001).

Los métodos para alimentar a becerras jóvenes han cambiado drásticamente en los últimos años por razones económicas y ambientales. La crianza intensiva o constante crecimiento acelerado surge como una propuesta, que toma como base el comportamiento natural, aplicando los principios del bienestar animal, suministrar leche sin restricciones, en cantidades similares a lo que toma la becerro al pie de la madre, equivalente a 2 o 3 veces más de leche que la crianza convencional (Drackley, 2008). El sistema convencional consiste en ofrecer una cantidad constante de leche con restricciones aproximadas del 8 a 10% de peso vivo (PV), con becerras de 40 kg PV corresponde a 4 litros, que se administran en dos tomas. A esta dieta líquida se le agrega un concentrado iniciador, desde los primeros días (Anderson *et al.*, 1987). Cuando las becerras ingieren alrededor de 1 kilo, durante 3 días seguidos, se pone en práctica el destete (Lagger, 2010). Con este sistema se prevé que las ganancias diarias de peso en la raza Holstein sean de 450 g diarios promedio. Los métodos convencionales de alimentación con leche o sustituto de leche dan por resultado que más del 60% de las becerras sean destetadas a más de ocho semanas de edad (USDA, 2002).

## **2.6. Importancia del consumo de concentrado**

La principal meta de cualquier programa de reemplazos debe ser criar y desarrollar animales que logren un tamaño y peso óptimo tempranamente para iniciar la pubertad, establecer la preñez y parir fácilmente a una edad adecuada y con el menor costo posible (Garnsworthy, 2005).

Desde el nacimiento hasta aproximadamente las 2 semanas de edad, la becerria es un animal monogástrico o de estómago simple. El abomaso es el único compartimento del estómago que lleva activamente en la digestión y la leche o el sustituto de leche le proporcionan los nutrientes. Al tiempo que la becerria comienza a comer piensos secos, especialmente cereales que contienen carbohidratos fácilmente fermentables, el rumen adquiere un papel más importante (Heinrich y Jones, 2003).

Las becerrias llevan a cabo un cambio muy significativo desde que nacen hasta que son adultas. Uno de los cambios más extremos es el desarrollo del aparato digestivo. Al nacer, el rumen de la becerria es estéril, pequeño y no funcional (Morril, 1992). El consumo de alimento iniciador es un paso fundamental para asegurar el crecimiento y el desarrollo adecuado del rumen durante los primeros meses de vida. Uno de los principales objetivos de la alimentación temprana de becerrias es maximizar el desarrollo ruminal, para alcanzar la capacidad de utilizar y aprovechar los forrajes complementados con el alimento balanceado. Para alcanzar dicho desarrollo, el tracto gastrointestinal y específicamente el rumen, debe sufrir una serie de cambios anatómicos y fisiológicos que son estimulados o acelerados por el tipo de dieta (Suárez *et al.*, 2007).

La ingestión de alimento sólido es necesaria para estimular el desarrollo del rumen en las becerras jóvenes. Los ácidos grasos volátiles son necesarios para el rápido desarrollo de las papilas ruminales (Flatt *et al.*, 1958).

Esto se relaciona directamente con la producción de ácidos grasos volátiles que resultan de la fermentación de materia orgánica en el rumen (Suárez *et al.*, 2006). Butirato y en menor proporción propionato, estimulan el desarrollo de la mucosa del rumen, principalmente por su uso como fuentes energéticas para el epitelio ruminal (Tamate *et al.*, 1962).

## **2.7. Parámetros de ganancia de peso y altura**

En el ramo lechero, el peso al nacer y al destete de terneros es fundamental porque son la base para seleccionar los futuros reemplazos de las vacas en producción; en el caso de los machos, significan ingresos adicionales para la explotación (Loaiza y López, 2011).

El promedio propuesto ideal en ganancia diaria de peso en las primeras semanas de vida para la raza Holstein se encuentra entre 350 a 450 g (Iñiguez, 2015). Por otro lado, Datos de la Universidad de Cornell y la Universidad de Illinois en los Estados Unidos, señalan que el promedio de ganancias diarias de 900 a 1000 g diarios se pueden lograr del nacimiento hasta el destete a las 8 semanas de edad, siempre y cuando el sustituto lácteo haya sido formulado para cubrir las necesidades de aminoácidos para que las becerras logren estas tasas de ganancia. Por lo que el sustituto de leche debe contener de 26 a 30% de proteína cruda para

apoyar contribuir a tasas altas de ganancia de peso y además, la dieta alta en proteínas da como resultado un mayor crecimiento de tejido magro y menos deposición de grasa (Drackley *et al.*, 2008).

Resultados obtenidos por Garcia *et al.*, 2016, arrojaron que el peso promedio de las becerras al nacer fue de 38.7 kg, mientras que la altura fue ligeramente menor a los 79 cm. El peso al destete a los 90 días, fue de 87.8 kg, por lo cual se dedujo la GDP al destete fue de 544 g. por día. Posteriormente, el peso a los 6 meses fue de casi 156 kg, observándose una mayor ganancia diaria de peso, que la descrita al llegar al destete.

## **2.8. Minerales**

Existen al menos veintidós minerales esenciales para el ganado bovino, de los cuales son requeridos por el organismo para llevar a cabo sus funciones normales pero no pueden ser sintetizados en el mismo y por lo tanto deben incluirse dentro de la dieta (Brendon y Dugmore, 2012). Dichos minerales se clasifican en:

Macrominerales: Elementos como el calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na), cloro (Cl), potasio (K), azufre (S) y magnesio (Mg) son considerados macrominerales, pues se encuentran en proporciones importantes en el cuerpo de los bovinos (Almeida *et al.*, 2009).

Microminerales: Se incluyen en esta categoría elementos como cobre (Cu), cobalto (Co), hierro (Fe), yodo (I), zinc (Zn), manganeso (Mn) y selenio (Se). Otros autores incluyen también el níquel (Ni), cromo (Cr) y molibdeno (Mo), para estos últimos aún no se han establecido requerimientos (Stewart, 2013). Estos minerales son

importantes para la regulación y coordinación de numerosos procesos metabólicos, ayudando a mantener un apropiado funcionamiento del organismo, sin embargo, se requieren en cantidades muy pequeñas y su exceso puede ser dañino (López, 2012).

## **2.9. Selenio**

El selenio es un micromineral esencial para los rumiantes (Steward *et al.*, 2012). Los procesos fisiológicos de un animal, incluido el sistema inmunitario, influye en gran medida por la disponibilidad de nutrientes y minerales traza que son esenciales para múltiples procesos bioquímicos, incluida la respuesta inmunitaria, la replicación celular y el desarrollo esquelético, y son más importantes para el recién nacido (Carroll y Forsberg, 2007).

La importancia del selenio (Se) como elemento esencial en la fisiología animal se estableció en el 1957, al indicarse que su deficiencia, en asociación con la vitamina E, producía la enfermedad conocida como del “músculo blanco” (Amuerman; Miller, 1975). Por otro lado, la deficiencia subclínica de Selenio causa debilidad muscular en los animales recién nacidos, reduce la ganancia de peso y son habituales las diarreas (Koller *et al.*, 1983). La deficiencia de minerales en el desarrollo de novillas puede generar retrasos en la pubertad y bajo crecimiento (Ahmed *et al.*, 2002).

La suplementación de selenio a la madre durante la gestación es una forma eficiente para cubrir los requerimientos de selenio del recién nacido porque este atraviesa de manera eficiente la barrera placentaria hacia los tejidos del feto y se distribuye en el calostro y en la leche (steward *et al.*, 2013).

Las regulaciones actuales de la Administración de alimentos y Medicamentos (FDA) limita la cantidad de suplementos dietéticos de selenio en animales rumiantes a 0.3 mg/kg (FDA, 2012).

## **2.10. Vitamina B12**

El cobalto (Co), en los rumiantes, es un componente esencial para la síntesis microbiana de la vitamina B12, una vitamina hidrosoluble perteneciente al grupo B, comúnmente conocida como cobalamina, cianocobalamina o también llamada factor antianémico pernicioso (Underwood y Suttle, 2002).

La vitamina B 12 (cobalamina) es un compuesto químico con propiedades vitamínicas. En comparación con otras vitaminas B, la vitamina B 12 no es sintetizada por animales, hongos o plantas. Únicamente los microorganismos (principalmente anaerobios) o arqueobacterias en presencia de cobalto son capaces de producir vitamina B 12

La vitamina B12 es esencial en muchas reacciones bioquímicas en la naturaleza, como por ejemplo: reducción de ribonucleótidos de algunas bacterias y síntesis de la metionina en mamíferos (Fórrela *et al.*, 1999).

En los rumiantes adultos, la vitamina B12 se produce durante el proceso de la fermentación microbiana de los alimentos, principalmente, en el rumen (Stemme *et al.*, 2016). La flora ruminal, es decir, los microorganismos, bacterias y levaduras presentes en el rumen, pueden sintetizar vitamina B12, siempre que la concentración de cobalto en el líquido ruminal sea superior a 0,5 mg/mL, mientras que si no se alcanza este nivel, la vitamina B12 la síntesis de vitamina B12

permanece inhibida, reduciendo su contribución a la sangre y otros tejidos (Underwood y Suttle, 2002).

Los animales con deficiencia de vitamina B12 muestran síntomas clínicos inespecíficos, como reducción de la ingesta de alimentos, retraso en el crecimiento, atrofia muscular, pelaje áspero y engrosamiento de la piel. Frecuentemente se observan trastornos reproductivos y disminución de la producción de leche (Underwood y Suttle, 2002).

En rumiantes jóvenes (corderos y terneros prerumiantes) hasta las edades de seis a ocho semanas, el rumen no está completamente desarrollado y no es funcional para la síntesis de esta vitamina. Por lo tanto, se necesita de una fuente dietética de vitamina B12, como calostro, leche o sustitutos de leche (Underwood y Suttle, 2002). Por el contrario, los rumiantes domésticos adultos no dependen necesariamente de una fuente dietética de vitamina B12, porque los microorganismos ruminales son capaces de sintetizar vitamina B12 a partir de Co (NRC, 1996).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó del día 20 de marzo al 30 de mayo del 2021, en el establo de Matamoros en el estado de Coahuila, con una altura de 1100 msnm. Entre los paralelos 26° 17' y 26° 38' de latitud norte y los meridianos 103° 18' 103° 10' de longitud oeste (INEGI, 2009).

El trabajo se llevó a cabo con 60 becerras Holstein que se seleccionaron de manera aleatoria, fueron retiradas de forma inmediata de la madre y alojadas de manera individual en jaulas de metal previamente lavadas y desinfectadas.

La administración de tratamiento y distribución de grupos fue de la siguiente forma: T1= 0 ml, T2= 2 ml de selenio y vitamina B12, la aplicación del producto se llevó a cabo en un periodo de tiempo no mayor a 10 minutos después del nacimiento vía subcutáneo. Se administró calostro de la primera ordeña, en un tiempo menor a 24 hrs después del parto, una cantidad de 3L por toma, a una temperatura de 38.5 °C. Se determinó la calidad del calostro inmediatamente después de recolectar, se determinó la calidad del mismo usando un calostrómetro (Biogenics Inc., Mapleton, Or., USA, estando el calostro a una temperatura de 22°C al momento de la medición el calostro que presentó densidad => 50 mg x ml se acumulo hasta llegar a la cantidad de 40L (un lote). Se sometieron a la pasteurización 5 lotes a la temperatura de 60°C, por 1 hora, en un pasteurizador comercial (Dairytech, Inc., Windsor, Colorado USA r). Al terminar la pasteurización del calostro, se dividió en biberones de 2 L C/U, posteriormente fue congelado a una temperatura de -20°C para conservar hasta el día que sea suministrado a las becerras.



Para evaluar el efecto del selenio y vitamina B12 en la ganancia de peso y altura en las becerras se seleccionaron 2 grupos de manera aleatoria, cada grupo conformado por 30 becerras. Estas fueron retiradas de la madre inmediatamente después del nacimiento, se registró su peso y altura al nacimiento posteriormente fueron colocadas en jaulas de metal previamente lavadas y desinfectadas. El peso fue obtenido usando una báscula ganadera (PG-2000, Torrey®), la altura se obtuvo utilizando una cinta de medir (Uline Accu-Lock H-1766).

Se tomó en cuenta el peso y altura al nacimiento de las becerras a los 30 días y a los 60 días, día en el que fueron destetadas.

El suministro de calostro fue realizado durante la primera hora de nacidas para ambos grupos y la segunda toma fue 6 horas posteriores a la primera toma.

Ambos grupos fueron alimentados con leche entera de la siguiente forma; de 1 a 7 días, 7L. Del día 8 al día 22, 8L. Del día 23 al día 41, 10L y del día 42 al día 45, 12L y del día 46 al 60 2 L. Está dividido en 2 tomas.

El suministro de concentrado se proporcionó desde el segundo día de nacimiento.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados obtenidos para la ganancia de peso (Cuadro 1), arrojan información en la cual encontramos muy poca diferencia entre ambos grupos, testigo y selenio, siendo de apenas 0.013 la diferencia de ganancia de peso diario a favor del grupo selenio.

Cuadro 1. Ganancia de peso de becerras suplementadas con selenio y vitamina B<sub>12</sub>

	Peso al nacimiento en kg	Peso a los 30 días en kg	Peso al destete en kg	Ganancia total en kg	Ganancia diaria de peso en kg
Testigo	39.3	48.3	69	29.7	0.495
Selenio	36.2	46.1	66.7	30.5	0.508

Según Iñiguez 2015, el promedio considerado ideal en ganancia diaria de peso en las primeras semanas de vida para la raza Holstein se encuentra entre 350 a 450 g. Lo cual está por debajo de las ganancias obtenidas en este estudio. Por otro lado, datos de la Universidad de Cornell y la Universidad de Illinois en los Estados Unidos, señalan que el promedio de ganancia diaria de 900 a 1000 g diarios se pueden lograr del nacimiento hasta el destete a las 8 semanas de edad (Drackley *et al.*, 2008).

Los resultados obtenidos en este trabajo difieren de algunos realizados por ejemplo resultados obtenidos por Garcia et al., 2016, arrojaron que el peso promedio de las becerras al nacer fue de 38.7 kg. El peso al destete a los 90 días, fue de 87.8 kg,

por lo cual redujo la GDP al destete fue de 544 g por día. Es importante considerar la diferencia en el estudio antes mencionado, el tiempo de destete es mayor.

Padrón 2017, realizó un estudio donde evaluó parámetros de crecimiento usando un multivitamínico comercial, en el cual reporta que no hay una diferencia significativa entre grupos suplementados y testigo a un grupo le aplicó 4 ml de multivitamínico y al otro 6, quedando la ganancia de peso diario de la siguiente manera: 0.336, 0.414, 0.454 a favor de los grupos suplementados.

Barboza 2019, concluye que en los resultados obtenidos en su trabajo donde mide, consumo, peso y altura en becerras holstein suplementadas con selenio y vitamina B12 en las primeras horas de vida, indican que es una manera fácil y eficiente para aumentar estas 3 variantes en ganancia de peso diario sus resultados fueron los siguientes 0.724 kg y 0.703 a favor del grupo suplementado. Se cree que la variabilidad en los resultados obtenidos comparados con estudios realizados por los autores mencionados se debe a la diferencia entre las condiciones, desde clima, genética, manejo, alimentación, etc. Ya que algunos de ellos están por encima, otros similares y otros son inferiores.

En los resultados obtenidos para medir la variable altura (Cuadro 2) se observan resultados en los cuales no hay diferencia significativa de 0.22 a 0.18 a favor del grupo selenio.

Resultados obtenidos por Garcia *et al.*, 2016, arrojaron que la altura al nacimiento fue ligeramente menor a los 79 cm. Lo cual indica que la altura promedio de los animales elegidos para el estudio es ligeramente inferior.

Cuadro2. Altura de becerras suplementadas con selenio y vitamina B<sub>12</sub>.

	Altura al nacimiento Cm	Altura a los 30 días Cm	Altura al destete Cm	Ganancia total de altura Cm	Ganancia diaria de altura cm
Testigo	77.4	81.1	88.3	10.9	0.18
Selenio	75.9	80.8	89.1	13.2	0.22

De igual manera Barbosa (2019) reporta ganancias mayores de altura en su estudio donde mide consumo, y ganancia de peso y altura en becerras suplementadas con selenio y vitamina B<sub>12</sub> quedando sus resultados de la siguiente manera; 13.07 a 11.9 a favor del grupo Selenio.

Duran (2018) en su estudio donde mide los crecimientos de reemplazos del nacimiento a los 24 meses de vida también reporta crecimientos mayores al mes de nacimiento de 84 cm. Se cree que esta variación se debe a diferentes circunstancias tales como; clima, genética, manejo, alimentación.

## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo se llega a la conclusión que la suplementación de selenio y vitamina B<sub>12</sub> en becerras Holstein no contribuye a un mayor desarrollo.

## 6. LITERATURA CITADA

- Ahmed, M.M.M., Fadlalla, I.M.T., Barri, M.E.S 2002. A possible association between dietary intake of copper, zinc and phosphate and delayed puberty in heifers in Sudan. *Tropical Animal Health and Production* 34:75-80.
- Almeida, V.V.S., Queiroz, A.C., Silva, R.R., Silva, F.F., Oliveira, A.C., Santana Júnior, H.A. 2009. Body composition and net and dietary macrominerals requirements of Nellore steers under grazing. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38(6):1081-1087.
- Almeyda, M. J. y R. J. Parreño. 2011. Guía técnica, Curso-Taller. Manejo integrado de ganado. Majes, Caylloma, Arequipa Perú. pp 1-46
- AMMERMAN, C. B.; MILLER, S. M. Selenium in ruminant nutrition: Review. *J. dairy Sci.* v. 58, n.10, p. 1561-1571, 1975.
- Anderson, K. L., G. Nagaraja T. y L. Morrill, J. 1987. Rumen metabolic development in calves weaned conventionally or early. *Journal of Dairy Science* 70:1000-1005.
- Ávila, T. S. 1990. Producción intensiva de ganado lechero. CECSA. México.
- Bacha, F. 1997. Nutrición del ternero neonato. XV Curso de Especialización. Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Madrid, España.
- Barboza, G. R. F. 2019. Crecimiento y desarrollo en becerras holstein suplementadas con selenio y vitamina B12. Tesis de Licenciatura. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro UL. Torreón, Coahuila, México
- Belloso, V. T. I. 2005. Cría y desarrollo de vaquillas lecheras. Memorias de DIGAL. Día Internacional del Ganadero Lechero. Delicias, Chihuahua, México.
- Besser TE, Gay, CC. 1994. The importance of colostrum to the health of the neonatal calf. Department of Veterinary Microbiology and Pathology, Washington State University College of Veterinary Medicine, Pullman. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 10(1):107-117.

- Blanco, O. M. A. 2007. Alimentación de becerras para lactancia. Memorias del Curso. Producción de becerras y vaquillas lecheras. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM.
- BUSH, L.J.; STALEY, T.E. 1980. Absorption of colostral immunoglobulins in newborn calves. J. Dairy Sci. 63:672-680.
- Carroll, J. A., and N. E. Forsberg. 2007. Influence of stress and nutrition on cattle immunity. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 23:105–149.
- Church, C. D. 1979. The ruminant animal digestive physiology and nutrition. Ed. Reston Book. New Jersey. USA.
- Consejo Nacional de Investigación (NRC). *Requerimientos de nutrientes del ganado vacuno*, 7ª ed.; Prensa de la Academia Nacional: Washington, DC, EE. UU., 1996.
- Corbett, R. y Benzaquen, M. 2009. Sanidad en la guachera, recría y manejo de la vaquillona. Modulo 4 del Diplomado en Manejo reproductivo del ganado lechero. Trenque Launquen, 16 y 17 abril.
- Delgado, C. A. Manejo del terneraje. Rev In Vet 12 33-35
- Dewell RD, Mellor DJ, Stafford KJ y Ward RN 2006. El estado fisiológico y físico de los terneros solteros al nacer en el hato lechero en Nueva Zelanda. NZ veterinario. J. 52 (5): 250-
- Drackley, J. K. 2008. Calf Nutrition from Birth to Breeding. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. 24(1):55- 86.
- Durán, A. J. A. 2018. Crecimientos de reemplazos lecheros del nacimiento a los 24 meses de vida. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL. Torreón Coahuila, México.

- Elizondo-Salazar, J. A. 2007. Alimentación y manejo del calostro en el Ganado de leche. *Agronomía Mesoamericana* 18(2):271-281.
- Elizondo-Salazar, J. A., B. M. Jayarao y A. J. Heinrichs. 2010. Effect of heat treatment of bovine colostrum on bacterial counts, viscosity and immunoglobulin G concentration. *J. Dairy Sci.* 93:961-967.
- Elizondo-Salazar, J. A., y A. J. Heinrichs. 2008. Heat treating bovine colostrum. *Prof. Anim. Sci.* 24:530-538.
- Faber, S. N., N. E. Faber, T. C. McCauley, and R. L. Ax. 2005. Effects of colostrum ingestion on lactational performance. *Prof. Anim. Sci.* 21:425.
- FDA (Food and Drug Administration). 2012. Code of Federal Regulations. Title 21—Food and Drugs. Chapter 1. Food and Drug Administration, Department of Health and Human Services. Subchapter E—Animal drugs, feeds, and related products. Part 573—Food additive permitted in feed and drinking water of animals. Subpart B—Food Additive Listing. Section 573.920—Selenium. FDA, Silver Spring, MD.
- Forelady, B.M., Gomes, H.I. y Gautier du DeFazio, G.H. 1999. Vitamina B12: metabolismo y aspectos clínicos de su deficiencia. *Rev. Cubana Nemat. Inmune. Remeter.* 15:159-74.
- Gabryszuk, M.; Klewec, J. 2002. Effect of injecting 2- and 3-year-old ewes with selenium and selenium-vitamin-E on reproduction and rearing of lambs. *Small Rum. Res.* v. 43, n. 2, p.127-132.
- García, G. M., Espinosa, M. MA., Estrada, C. E., Vera, A. H. R., Villagómez, A. M. E., Ramírez, R. E. 2016. Peso corporal al nacimiento y al destete de becerras y su relación con el crecimiento hasta los 7 meses, en sistemas familiares de producción de leche. CENIDFYMA-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; 3 CE Altos de Jalisco-INIFAP; 4 CENID Microbiología-INIFAP.
- Garnsworthy, P. 2005. Modern calves and heifers: Challenges for rearing systems. In Garnsworthy, P. ed. *Calf and heifer rearing*. Nottingham University Press. p. 1-12.



- Garzón, Q. B. 2007. Sustitutos lecheros en la alimentación de terneros. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria 1695-7504. Volumen VIII. Número 5.
- Godden, S. 2008. Colostrum management for dairy. Vet. Clin. Food Anim. 24:19-39.
- González, A. R. 2015. Transferencia de inmunidad pasiva, crecimiento y supervivencia de becerras lecheras suministrando diferentes cantidades de calostro pasteurizado. Tesis Doctorado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México.
- González, A. R., J. González A., B. P. Peña R., A. Moreno R. y J. L. Reyes C. 2017. Análisis del costo de alimentación y desarrollo de becerras de reemplazo lactantes. Revista Mexicana de Agronegocios XXI (40):561-569.
- Haines, D. M., y S. M. Godden. 2011. Short communication: improving passive transfer of immunoglobulins in calves III. Effect of artificial mothering in calves. J. Dairy Sci. 94: 1536-1539.
- Heinrichs, A. J. y J. Coleen, M. 2002. Feeding the newborn dairy calf. Special Circular 311. Penn State. College of Agricultural Sciences, Cooperative Extension. Pennsylvania State University.
- Heinrichs, A. J., C. M. Jones, S. m. Gray, P. A. Heinrichs, S. A. Cornelisse, and R. C. Goodling. 2013. Identifying efficient dairy producers using production cost and data envelopment analysis. J. Dairy Sci. 96:7355-7362.
- Hopkins, B. A.; Quigley III, J.D. 1997. Effects of method of colostrum feeding and colostrum supplementation on concentrations of immunoglobulin G in the serum of neonatal calves. J. Dairy Sci. 80:979-983.
- Iñiguez, F., 2015. Vitalidad y crecimiento. El Salto, Jalisco: Laboratorios Virbac México.
- Koller, L. D., P. J. South, J. H. Exon, and G. A. Whitbeck. 1983. Selenium deficiency of beef cattle in Idaho and Washington and a practical means of prevention. Cornell Vet. 73:323-332.
- Lagger, J. 1994. Crianza Artificial de Bovinos Lecheros. Editorial Agrovet.

- Lagger, J. 2010. Crecimiento intensivo de cría y recría de vaquillonas, aplicando los principios de bienestar. *Revista Veterinaria Argentina* 27(265):1-28.
- Larson, B L.; Heary, H.L.; Devery, J.E. 1980. Immunoglobulin production and transport by the mammary gland. *J. Dairy Sci.* 63:665-671.
- Le Jan, C. 1996. Cellular components of mammary secretions and neonatal immunity: a review. *Vet. Res.* 27:403-417.
- Lima, R., Hernández, M.A., Janhad L. Rodríguez, A. & Betancourt, J. A. 2009. Behavior of dairy cows in different calf rearing systems in the period 2001-2006. *Cuban J. Agric. Sci* 43:21.
- Loaiza, M. A., 2011. Crianza de becerros. INIFAP, Folleto Técnico 5:11-16.
- López, M. 2012. Trace minerals and livestock: Not too much, not too little. *Veterinary Medicine International* 2012, DOI: <http://dx.doi.org/10.5402/2012/704825>
- McDonald, P., Edwards R y J. F. D. Grenhalgh. 1988. *Nutrición animal*. 4 ed. ACRIBIA. España.
- Morin, D.E.; Mccoy, G.C.; Hurley, W.L. 1997. Effects of quality, quantity, and timing of colostrum feeding and addition of dried colostrum supplement on immunoglobulin G1 absorption in Holstein bull calves. *J. Dairy Sci.* 80:747-753.
- Morril, J. L. 1992. The calf: birth to 12 weeks. *In: Large dairy herd management*. H.H. Van Horn y C.J. Wilcox, Eds. ADASA, Champaign, IL pp 401.
- Murray CF, Windeyer MC, Duffield TF, Haley DB, Pearl DL, Waalderbos KM y Leslie KE 2014. Asociaciones de haptoglobina sérica en terneros lecheros recién nacidos con salud, crecimiento y mortalidad hasta los 4 meses de edad . *J. Dairy Sci* . 97 : 7844-7855.
- NAHMS National (Animal Health Monitoring System). 2007. 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.

- Nocek, J.E.; Braund, D.G.; Warner, R.G. 1984. Influence of neonatal colostrum administration, immunoglobulin, and continued feeding of colostrum on calf gain, health, y serum protein. *J. Dairy Sci.* 67:319-333.
- Padron, S. D. 2017. Salud y crecimiento de becerras lecheras lactantes suplementadas con multivitamínico comercial. Tesis de Licenciatura. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro UL. Torreon, Coahuila, México.
- Pirlo, G; Miglior, F; Speroni, M. 2000. Effect of age at first calving on production traits and on difference between milk yield returns and rearing costs on Italian holsteins. *J. Dairy Sci.* 83(3):603-608.
- Plaza, J., Abreu, M. & Fernández, E. 1986. The effect of the amount and form of milk supply on calf performance. *Cuban J. Agric. Sci.* 20:33
- Plaza, J., Martínez, Y. & Ibalmea, R. 2009b. Roughage handling in the feeding of reposition female calves . *Cuban J. Agric. Sci.* 43:17.
- Pugh, D. G. 2002. Sheep and goat medicine. 2. ed. [S. l.: s. n.], 2002. López, M. 2012. Trace minerals and livestock: Not too much, not too little. *Veterinary Medicine International* 2012, DOI: <http://dx.doi.org/10.5402/2012/70482>
- Quigley, J. 1999. Milk replacer ingredients and labels. *Calf Notes.com* (<http://www.calfnotes.com>).
- Quigley, J. 2001. Calf Note # 44. Niveles de Grasa en los Sustitutos de Leche. Disponible en: [www.calfnotes.com/CNliquido.htm](http://www.calfnotes.com/CNliquido.htm).
- Quiñones, M & Preston, T. R. 1968. Early weaning of dairy calves with different amounts of whole milk and with or without alfalfa in the concentrate. *Cuban J. Agric. Sci.* 2:191.

- Robinson, J.D.; Stott, G.H.; Denise, S.K. 1988. Effects of passive immunity on growth and survival in the dairy heifer. *J. Dairy Sci.* 71:1283-1287.
- Saucedo, J. S., L. Avendaño, D. Álvarez F., B. Rentería T., F. Moreno J. y F. Montaña M. 2005. Comparación de dos sustitutos de leche en la crianza de becerras Holstein en el valle de Mexicali, B. C. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 39(2):147-152.
- Schingoethe DJ, García A. Alimentación y manejo de becerras y vaquillas lecheras. *ExEx* [en línea] 2004 [acceso 25 de julio de 2013]; ExEx4020S. URL disponible en: [http://pubstorage.sdstate.edu/AgBio\\_Publications/articles/ExEx4020S.pdf](http://pubstorage.sdstate.edu/AgBio_Publications/articles/ExEx4020S.pdf).
- Smith, G. 2011. Prevención de las diarreas y neumonias en los becerros del ganado lechero. *Memorias Expo*.
- Soberon, F., E. Raffrenato, R. W. Everett, y M. E. A. Van. 2012. preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 95:783-793.
- Stemme, K.; Meyer, U.; Flachowsky, G.; Scholz, H. 2006 La influencia de un mayor suministro de cobalto a las vacas lecheras en el estado de vitamina B12 de sus terneros. *J. Anim. Fisiol. Animación Nutrición.* 90:173–176.
- Stewart, L. 2013. Mineral supplements for beef cattle (En línea). University of Georgia Cooperative Extension Bulletin B895. Consultado el 21 de febrero 2014. Disponible en [http://www.caes.uga.edu/applications/publications/files/pdf/B%20895\\_3.PDF](http://www.caes.uga.edu/applications/publications/files/pdf/B%20895_3.PDF)
- Stewart, W. C., G. Bobe, G. J. Pirelli, W. D. Mosher, and J. A. Hall. 2012. Organic and inorganic selenium: III. Ewe and progeny performance. *J. Anim. Sci.* 90:4536–4543.
- Stewart, W. C., G. Bobe, W. R. Vorachek, B. V. Stang, G. J. Pirelli, W. D. Mosher, and J. A. Hall. 2013. Organic and inorganic selenium: IV. Passive transfer of immunoglobulin from ewe to lamb. *J. Anim. Sci.* 91:1791–1800.

- Stott, G.H.; Menefee, B.E. 1978. Selective absorption of immunoglobulin IgM in the newborn calf. *J. Dairy Sci.* 61:461-466.
- Suárez, B. J., Van Reenen C. G., Beldman G., Van Delen J., Dijkstra J. and W. Gerrits J. J. 2006. Effects of supplementing concentrates differing in carbohydrate composition in veal calf diets: I. Animal performance and rumen fermentation characteristics. *Journal of Dairy Science* 89:4365-4375.
- Suárez, B. J., Van Reenen C. G., Stockhofe N., Dijkstra J. and Gerrits W. J. J. 2007. Effect of Roughage Source and Roughage to Concentrate Ratio on Animal Performance and Rumen Development in Veal Calves.
- Svensson, C., A. Linder and O. Olsson S. 2006. Mortality in Swedish dairy calves and replacement heifers. *Journal of Dairy Science* 89:4769-4777.
- Tamate, H., MCGuilliard A., Jacobson N. and Getty R. 1962. Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. *Journal of Dairy Science* 45:408-420.
- Tozer, P. R., and A. J. Heinrichs. 2001. What affects the costs of raising replacement dairy heifers: A multiple-component analysis. *J. Dairy Sci.* 84:18361844.
- Ugarte, J. 1977. Rearing dairy calves by restricted suckling. 10. Residual milk in cows suckling or not their calves after milking. *Cuban J. Agric. Sci.* 11:253.
- Underwood, E. J., Suttle, N. F. 2002. *Los Minerales en la Alimentación del Ganado*. 3ra. versión; Acribia: Zaragoza, España,
- USDA-NAHMS. 2010. Dairy 2007, Heifer calf health and management. Practices on U.S. Dairy operations. USDA: APHIS: VS, CEAH. Fort Collins, CO. #550.0110.
- USDA-United States Department of Agriculture. 2002. Part I: Reference of Dairy Health and Management in the United States, 2002. USDA:APHIS:VS,CEAH, National Animal Health Monitoring System, Fort Collins, CO.

- Wattiaux, M. A. 1997. Heifer raising weaning to calving. 34) Growth rate. In: Dairy Essentials. The Babcock Institute for International Dairy Research and Development. University of Wisconsin. Disponible en: <https://kb.wisc.edu/dairynutrient/page.php?id=52745>.
- Wells, S. J., D. A. Dargatz, and S. L. Ott. 1996. Factors associated with mortality to 21 days of life in dairy heifers in the United States. *Prev. Vet. Med.* 29: 9-19.
- Wittum, T. E. y Perino, L. J. 1995. Estado inmune pasivo a la hora posterior al parto y salud y rendimiento a largo plazo de los terneros. *A.m. J. Vet. Res.* 56:1149-1154.