

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



Crecimiento y desarrollo en becerras Holstein suplementadas con selenio y
vitamina B₁₂.

Por:

REYNA FRANCISCA BARBOZA GONZÁLEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Junio 2019

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

Crecimiento y desarrollo en becerras Holstein suplementadas con selenio y
vitamina B₁₂.

Por:

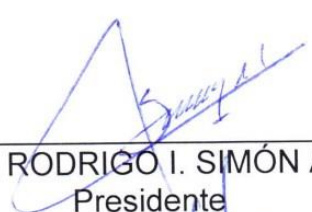
REYNA FRANCISCA BARBOZA GONZÁLEZ

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



MVZ. RODRIGO I. SIMÓN ALONSO
Presidente




DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS
Vocal



M.C BLANCA PATRICIA PEÑA REVUELTA
Vocal



M.C RAFAEL AVILA CISNEROS
Vocal Suplente



MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Junio, 2019

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

Crecimiento y desarrollo en becerras Holstein suplementadas con selenio y
vitamina B₁₂.

Por:

REYNA FRANCISCA BARBOZA GONZÁLEZ

TESIS

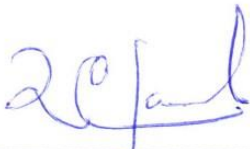
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS
Asesor Principal



MC. RAFAEL AVILA CISNEROS
Coasesor



MC. BLANCA PATRICIA PEÑA REVUELTA
Coasesor



MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Junio 2019

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitir levantarme cada mañana para cumplir con mis responsabilidades, por darme salud cada día, por demostrarme que la fe existe y sin él no soy nada.

A mi familia, por estar conmigo en cada momento de mi vida, ayudando a cumplir mis sueños y por darme ánimos siempre que los necesite.

A mi novio, porque me ayudo cuando más lo necesite, por darme ánimos de seguir adelante y nunca rendirme.

A mis amigas y amigos, porque siempre me apoyaron en toda mi etapa de la universidad y nunca me dejaron sola.

A mi asesor, quien me tuvo mucha paciencia todos los días, por permitirme realizar mi tesis, por siempre darnos ánimos y demostrar que si nos lo proponemos lo podemos cumplir, además de llevarnos y traernos todos los días.

DEDICATORIAS

A mi padre, José Jaime Barboza Morales que a pesar de ya no estar a nuestro lado, nos dio los mejores años de su vida llenos de felicidad.

A mi madre, Reyna González Canales quien siempre estuvo conmigo ayudándome a salir adelante, apoyándome de todas las maneras posibles, por sacarnos adelante a las dos, por madrugar conmigo todos los días. Que a pesar de mis errores y de mis debilidades siempre me dio la mano para levantarme, por demostrarme que si me lo propongo lo puedo cumplir. Ella es mi ejemplo por ser tan fuerte.

A mi hermana, María de los Ángeles Barboza González por apoyarme cuando más lo necesite, por preocuparse por mí, por tener ese carácter que yo quisiera tener, por demostrarme que haciendo bien las cosas se sale adelante.

A mi novio, José Guillermo Roblero Moreno quien estuvo conmigo pasando los datos para la tesis, quien me apoyo en los momentos de desesperación, quien me da palabras de aliento para seguir adelante y nunca darme por vencida.

A mis amigas, Edith Alejandra De la cruz Hernández, Alondra Guadalupe Alfaro Solís que fueron mis compañeras de tesis, son un gran equipo y un gran apoyo en momentos difíciles. Alejandra Aguirre Rodríguez y Arumi Aparicio Muñoz que siempre me apoyaron y siempre me sacaron una sonrisa.

A mi asesor, Ramiro González Avalos porque siempre estuvo con nosotros cuando lo necesitamos y respondía cada una de nuestras dudas, porque sin su apoyo no podría haber realizado mi tesis.

A mis profesores, a cada uno de ellos que estuvieron en estos cinco años de la carrera apoyándome y alentándome a seguir adelante. Que me prepararon para las cosas que me esperan fuera de la Universidad.

RESUMEN

El selenio es un micronutriente esencial para los animales que ayudan a eliminar todas las restricciones que puedan retrasar el crecimiento. La vitamina B12 es un suplemento vitamínico que ayuda a aumentar la inmunidad, reducir problemas clínicos y en el correcto funcionamiento metabólico de los rumiantes. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del Selenio y Vitamina B₁₂ sobre el desarrollo y consumo de alimento en becerras lecheras Holstein. Los tratamientos fueron: T1=0 ml, (N=36), T2=2 ml (N=42) de selenio respectivamente. La aplicación del producto con selenio se realizó dentro de los primeros 10 min posteriores al nacimiento de la becerro por vía subcutánea. En relación a los resultados obtenidos para el desarrollo de becerras Holstein para las variables de consumo, peso y altura se obtuvieron diferencias estadísticas P (>0.05) entre tratamientos. El suministro de selenio y vitamina B₁₂ puede incrementar el desarrollo de las becerras Holstein.

Palabras claves: Becerra, Concentrado, Destete, Leche, Selenio.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	¡Error! Marcador no definido.
1. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	2
Hipótesis.....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Importancia en la crianza de reemplazos	3
2.2 Alimentación del nacimiento al destete	4
2.3 Comparación entre leche entera y sustituto de leche.....	6
2.4 Efectos de la leche y concentrado en la alimentación	10
2.4.1 Desarrollo de las papilas ruminales	11
2.5 Características de los concentrados iniciadores.....	13
2.6 Evaluación de peso y altura en raza Holstein	13
2.7 Peso y altura al destete	14
2.8 Efecto de Selenio aplicado en becerras Holstein	15
2.8.1 Deficiencias de Selenio	17
2.8.2 Toxicidad por selenio	18
2.9 Efecto de Vitamina B ₁₂ en becerras Holstein	18
3. MATERIALES Y MÉTODOS	21
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
5. CONCLUSIONES	27
6. LITERATURA CITADA	28

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Composición nutrimental de los sustitutos de leche utilizados en la alimentación de becerras lactantes.	9
Cuadro 2	Tabla de crecimiento en becerras Holstein.	14

1. INTRODUCCIÓN

La mayoría de las explotaciones lecheras tiene gran importancia en la crianza de becerras de reemplazo, ya que es un componente vital en los hatos lecheros, pues los primeros días de vida son los más críticos (Sánchez, 2013; Favela, 2015).

Al nacimiento, las becerras tienen un estado inmunológico deficiente y carecen de proteínas adecuadas contra las enfermedades. La absorción de inmunoglobulinas a través del calostro les brinda una inmunidad pasiva. Aunque, transfiere cantidades mínimas de algunos elementos como el selenio (Favela, 2015).

El selenio es un elemento que se encuentra de manera constante en los tejidos animales, el cual es un micronutriente esencial para los animales (Acosta, 2007). Que ayuda a eliminar todas las restricciones que pueden retrasar o inhibir el crecimiento (McPhee, 2016).

La vitamina B₁₂ es esencial en numerosas reacciones bioquímicas en la naturaleza, la mayoría de las cuales implican redistribución de hidrógenos o de carbonos. La vitamina B₁₂ no es producida por los animales, ni plantas, solamente es producida por bacterias que algunas de estas se encuentran en el aparato digestivo de los animales (González *et al.*, 2017).

Objetivos

Evaluar el efecto del Selenio y Vitamina B₁₂ sobre el desarrollo y consumo de alimento en becerras lecheras Holstein.

Hipótesis

La aplicación de Selenio y vitamina B₁₂ incrementa el crecimiento y desarrollo de becerras Holstein.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia en la crianza de reemplazos

Se define "Cría de becerras" como aquellas etapas que van del nacimiento hasta el estado de vaquilla al parto, la comprensión adecuada del proceso de crianza, desde el nacimiento, demanda el entendimiento en términos generales, del ciclo biológico de los animales en sus etapas correspondientes al crecimiento y al desarrollo, ya que las transformaciones fisiológicas de los animales son las que determinan su mantenimiento y manejo (Blanco, 2012).

En los últimos años la crianza de becerras ha tomado gran importancia en los establos lecheros, debido al costo elevado sobre la importación de vaquillas, lo cual ha dado la necesidad de criar reemplazos (Preciado, 2008). Además, del 20 al 30 % de las vacas que se encuentran en establos deben ser reemplazadas cada año (Cueva, 2003).

Las becerras representan el futuro de los establos dedicados a la crianza de bovinos para la producción de leche o de doble propósito. La importancia se sustenta en que las crías desarrolladas adecuadamente, cuando llegan a la etapa de vaquillas, a futuro se obtengan ejemplares capaces de producir leche y ser rentables para una explotación lechera continua, serán las que reemplacen a las vacas eliminadas del establo por problemas reproductivos, sanitarios o por bajo rendimiento de leche, evidenciándose en la mejora de los ingresos económicos (Cueva, 2003; Plazas y González, 2012; González *et al.*, 2017).

Generalmente el área de crianza es descuidada y a la que menos atención le presta debido a que esta genera un ingreso económico hasta iniciar su vida reproductiva que inicia aproximadamente de 24 meses. Sin embargo, se ignora

que una crianza deficiente tendrá repercusiones negativas en los costos de producción y en el desempeño productivo y reproductivo (Cueva, 2003; Espinosa *et al.*, 2014).

Los programas de crianza de becerras se concentra en crear estrategias que registren la cantidad de leche o sustituto de leche que es ofrecido (Soberon *et al.*, 2012). También es de gran importancia conocer las fuentes de alimentación, desde el calostro el cual le va a brindar a las becerras la inmunidad a través de las inmunoglobulinas, que son absorbidas las primeras horas de vida. La suministración de alimentos secos de buena calidad permitiendo asimilar todos los nutrientes, acelerar el destete, reducir potencial de diarreas y otras enfermedades y así para alcanzar una condición corporal óptima (Saquipay, 2011; Soberon *et al.*, 2012).

Lo primordial, es que las becerras estén alojadas de preferencia en jaulas individuales, esto nos ayudara a facilitar la administración de alimento líquido y seco, así ayudándonos también a saber la cantidad que se consumió (Sánchez, 2013).

2.2 Alimentación del nacimiento al destete

La alimentación de las terneras de reemplazo juega un papel importante, ya que estas son el futuro del hato lechero, por lo tanto se debe suplir todas sus necesidades nutricionales que serán aportadas por la composición y cantidad de alimento líquido, la disponibilidad de agua y el alimento iniciador (Drackle, 2008 ; Saquipay, 2011). En esta fase de crecimiento de las becerras es en donde hay mayor probabilidad de presentar enfermedades y llegar hasta la muerte, por ellos

es cuando hay un aumento en costos en dinero y tiempo que se requiere de cuidar a las becerras (Cueva, 2003).

Los alimentos líquidos que se les ofrece a las becerras son el calostro, sustitutos de leche y leche de transición (Cueva, 2003).

El calostro es considerado la primera leche que ingiere la becerro, esta es obtenida de la ubre durante los primeros días de parto, esta es una secreción densa, cremosa, amarilla. Tiene un sabor dulce salado y un olor muy característico. La toma de calostro aparte de ser muy nutritiva, funciona como purgante, para que el recién nacido elimine el meconio. Tiene un elevado contenido de proteínas es debido sobre todo en gran porcentaje de globulinas para la formación de anticuerpos en la sangre, que son muy deficientes en terneros recién nacidos (Aguilar, 2006).

Cuando un establo lechero tiene un sistema de producción de crianza intensiva, es recomendable organizar a los animales en diferentes categorías según su edad, con la finalidad de facilitar los programas de alimentación, manejo y sanidad que se conforman por: ternera lactante y ternera destetada (Almeyda, 2013).

La alimentación temprana de la becerro no afecta solamente el desempeño y la supervivencia durante el tiempo del alimento líquido, sino también en la producción futura de leche una vez que la becerro alcanza la edad adulta (González *et al.*, 2017).

2.3 Comparación entre leche entera y sustituto de leche

De los 4 a los 28 días es considerada como segunda etapa de alimentación en donde permite que el animal alcance su desarrollo conveniente, en esta etapa hay gran controversia de tipo económico y de mayor importancia, ya que hay se toma la decisión de alimentar a las becerras con leche entera o sustituto de leche (Sánchez, 2013).

La leche entera se ha considerado como el alimento primordial para las becerras, más sin embargo, la demanda de este producto para consumo humano aumentado, llegando así al uso de sustitutos de leche (Saucedo *et al.*, 2005).

La composición lipídica y la composición de ácidos grasos en la leche presentan diferencias entre especies. La grasa láctea está presente como glóbulos microscópicos en una emulsión de lípidos y agua que en razas Holstein oscila entre los 3.5 y 4.7% (García *et al.*, 2014).

La grasa láctea está compuesta aproximadamente por el 70% de ácidos grasos saturados, 26% de ácidos grasos monoinsaturados y 4% de ácidos grasos poliinsaturados (García *et al.*, 2014).

Debemos recordar que durante los primeros días de nacida, las becerras no se comportan como rumiantes, sino como monogástricos y sus requerimientos alimenticios deben ser similares (Sánchez, 2013).

La leche entera se ha considerado el mejor alimento líquido para las becerras, sirviendo 4 Lts diarios divididos en dos tomas a partir del tercer día, se le dará el 10% de su peso vivo de cantidad de leche (Cueva, 2003).

No toda la leche que se produce en los establos puede ser vendida, así que las becerras pueden hacer uso de ella para consumo (Blanco, 2012).

El contenido de grasa de la leche puede ser más del doble que la del sustituto, la dilución de leche con agua no es muy recomendable (Sánchez, 2013).

En el pH de la leche es 6.7 agregando ácidos orgánicos a los sustitutos lácteos se reduce a 5.5 adecuando a la acidez del abomaso y así disminuir los problemas gastrointestinales (Sánchez, 2013).

Soberon et al. (2012), mencionan que el sustituto de leche no contiene los mismos factores biológicamente activos que la leche entera.

Los sustitutos representan una posibilidad económica más sin embargo también de riesgo, ya que en el mercado existe una gran variedad de marcas que muestran el contenido de proteína y energía muy similares, pero varían en la cantidad de leche en polvo o derivados que se emplean, así que es más recomendable aquellos que contengan mayor cantidad de leche en polvo (Sánchez, 2013).

Los sustitutos de leche son una fuente excelente de nutrición para las becerras antes del destete. Cuando están bien formulados, fabricados, mezclados y administrados, proporcionan un rendimiento cercano al de la leche entera (González *et al.*, 2017). Sin embargo, los sustitutos fabricados a base de proteína vegetal, ya sea harina de soya, avena o trigo, no son muy recomendables ya que tienen dificultades a no ser bien digeridas, llegando a provocar enfermedades digestivas (Cueva, 2003). Ya que los sustitutos elaborados a base de proteína láctea y grasa animal son mejores, ya que los ácidos grasos de la leche inhiben el crecimiento de la bacteria *Escherichia coli*, la cual es la causante de varios trastornos digestivos (Saucedo *et al.*, 2005).

Para que un sustituto de leche sea considerado de buena calidad (Cuadro 1) debe satisfacer las necesidades nutricionales que la becerro necesita, ya sea aportando proteínas, energía, vitaminas y minerales (González *et al.*, 2017). La composición de los sustitutos de leche deben ser lo más cercano a la leche entera, por lo que deben de estar constituidos por leche en polvo, leche descremada, suero de leche y caseína (Saucedo *et al.*, 2005).

Aguilar (2006), menciona que los sustitutos deben tener un mínimo de 20 a 24 % de proteína y un 10 % de grasa (en base seca) y se suministran mezclados con agua tibia aproximadamente a 38°C. Cuando la temperatura del sustituto de leche varia, podemos ocasionar problemas de diarrea (Cueva, 2003).

Es recomendable que los sustitutos de leche contengan oxitetraciclinas y clortetraciclinas y/o la combinación de oxitetraciclinas con neomicina; además de un coccidiostato (Sánchez, 2013).

Cuadro 1.- Composición nutrimental de los sustitutos de leche utilizados en la alimentación de las beceras lactantes.

Tratamientos	A y B	C	D
Elementos nutricionales	Sustituto de leche		
Proteína cruda, no más que	22%	22.5%	26%
Grasa cruda, no más que	20%	18%	16%
Fibra cruda, no más que	0.15%	0.15%	0.10%
Cenizas, no más que	*	9.0%	9.5%
Humedad, no más de	6.0%	6.0%	6.0%
Vitamina A, no menos que	44,00 UI/kg	44,000UI/kg	33,000UI/k g
Vitamina D3, no menos que	11,000 U.I/kg	11,000 U.I/kg	6,600 U.I/kg
Vitamina E, no menos que	44,000 U.I/kg	44,000 U.I/kg	330 U.I/kg
Vitamina C, no menos que			330U.I/kg
	*	*	

(Tomado de González *et al.*, 2017).

Existen tres razones por las cuales son utilizados los sustitutos de leche:

1. Economía: ya que son más económicos que la leche entera.
2. Salud: están hechos a base de leche pasteurizada.
3. Calidad: Tiene mayor cantidad de nutrientes (Cueva, 2003).

Para ver la calidad de un sustituto de leche lo más importante es la función de la tasa de desarrollo de la beceras (Cueva, 2003).

Aunque Saucedo *et al.* (2005), comentan que hay mayor ganancia de peso en beceras alimentadas con leche entera.

2.4 Efectos de la leche y concentrado en la alimentación

Los concentrados consisten en una mezcla de diferentes ingredientes energéticos y proteicos que se utilizan como suplemento. Los concentrados deben cumplir con las especificaciones que busca el productor y evaluar los parámetros más importantes a nivel nutricional como son la humedad, azúcares y proteína (Espinosa *et al.*, 2014).

El consumo de alimento seco es de gran importancia en las primeras semanas de vida (Cueva, 2003), en la alimentación de las becerras, provee niveles altos de vitaminas, minerales, utiliza proteína de mejor calidad y tiene aditivos que nos ayudan a obtener el desarrollo adecuado del rumen, así también ganancias de peso adecuadas para su crecimiento (Saucedo *et al.*, 2005; Aguilar, 2006; Blanco, 2012). La leche entera combinada con un buen iniciador es una combinación excelente para becerras (Blanco, 2012). Los iniciadores de alta calidad son muy importantes, pero no todos los iniciadores son buenos (Sánchez, 2013). Es recomendable proporcionar el concentrado después que la becerro termine ya sea la leche entera o sustituto de leche en la cantidad que la becerro consume en un día (Cueva, 2003).

Las becerras al consumir menos cantidad de leche o sustituto de leche, se deberá restringir el 8% de su peso corporal por día, y así se animaran a ingerir cantidades superiores de concentrado antes de llegar al destete, de lo contrario al no consumir concentrado, su sistema digestivo no tendrá la capacidad de realizar la digestión adecuada y será necesario retrasar el destete (Cueva, 2003; Aguilar, 2006; Borderas *et al.*, 2009; Overvest *et al.*, 2016). Esto será debido a que las

becerras al nacer son consideradas no rumiantes y los preestómagos (Rumen, Retículo y Omaso) no realizan su función, al alimentar con alimento seco se realizará el desarrollo de los preestómagos y esto no sucederá si la becerro se alimenta solo con leche (Cueva,2003).

Kiezebrink et al. (2015), mencionan que las terneras consumen mayor cantidad de concentrado iniciador al alimentarlas con 4L de leche. Y el consumo de alimento iniciador es mayor cuando está procesado ya sea en Peletizado o granos rolados (Cueva, 2003). Una manera fácil para saber cuánto alimento consumió la becerro es pesando el alimento que se le ofrece y después pesar el alimento que sobro.

El concentrado se empieza a ofrecer al segundo día de nacidas en pequeñas cantidades, se irá aumentando poco a poco hasta que se llegue a ofrecer la cantidad indicada (Sánchez, 2013).

El agua es el elemento esencial para el bienestar y la productividad en los animales y es el principal estimulante del consumo de alimento solido e influye en proporcionar la humedad requerida por el rumen para el establecimiento y desarrollo de la flora microbiana (Almeyda, 2013).

2.4.1 Desarrollo de las papilas ruminales

Unas de las principales ventajas del iniciador, es que al llegar al rumen funciona como un tipo de cepillo sobre las papilas del rumen y esto tiene un efecto estimulante (Sánches, 2013).

El desarrollo del rumen se alcanza aproximadamente a la octava semana de vida, sin embargo, este fenómeno puede ocurrir antes o después, esto va a

depender del tipo de alimento que consume las beceras (Aguilar, 2006). El desarrollo del rumen debe cubrir cuatro aspectos: tamaño, desarrollo muscular, habilidad de absorción y población microbiana (Blanco, 2012).

Los principales ácidos grasos volátiles (AGV's) que son los responsables del desarrollo del rumen son: el butirato y el propionato, los carbohidratos que se encuentran en el iniciador (Cueva, 2003).

En esta etapa la beceras debe tener una ganancia de peso diaria de aproximadamente 450 gramos (Cueva, 2003).

Sin embargo, una ingesta alta de iniciador puede llegar a causar una acidosis ruminal, ya que la lactosa y los carbohidratos del iniciador son fermentados por la microflora del rumen, creando niveles elevados de ácidos orgánicos, disminuyendo así el pH ruminal provocando así la acidosis, por eso en menor ingesta de iniciador se lleva a cabo un mayor pH ruminal, reduciendo las posibilidades de una acidosis ruminal (Keiezebrink *et al.*, 2015). El uso de antibióticos ha sido un éxito para mejorar la eficiencia en la utilización de nutrientes e impedir la acidosis e hinchazón ruminal. Sin embargo, el uso de antibióticos como aditivos pueden aparecer como residuos en la leche (Vakili *et al.*, 2013).

La mayoría de las beceras tienen un adecuado desarrollo del rumen a las cuatro semanas de edad, y podrían ser destetadas a esa edad, desgraciadamente, si una beceras padece de diarrea y deja de comer o si su alimento iniciador es de mala calidad o insuficiente, o no tiene suficiente agua, la beceras podría no estar lista para ser destetada y ahí es cuando empiezan los problemas (Aguilar, 2006).

2.5 Características de los concentrados iniciadores

Los iniciadores deben proveer una nutrición balanceada para las becerras:

1. Un 18 % de proteína cruda
2. 2.7 Mcal de Energía Neta/Kg
3. Adecuados niveles de vitaminas y minerales
4. Elevadas concentraciones de vitamina E (estimular el sistema Inmunológico)
5. Alta palatabilidad (Cueva, 2003).

2.6 Evaluación de peso y altura en raza Holstein

Los reemplazos deben crecer a un ritmo óptimo para impedir problemas al parto y asegurar que la primera lactancia sea óptima (González *et al.*, 2017).

Es necesario que las becerras tengan cualidades hereditarias y que tengan el desarrollo corporal óptimo de su especie.

La tabla de crecimiento nos ayuda a comparar el peso y la altura de las becerras (Cuadro 2), con respecto a una curva estándar, que nos va a determinar si la alimentación y el manejo ha sido el adecuado o se debe ajustar algún proceso de la crianza. El desarrollo se evalúa con las medidas de crecimiento esquelético como la altura a la cruz y el largo del cuerpo, pues su altura refleja el crecimiento de su cuerpo y el peso el crecimiento de los órganos, músculos y grasa (Aguilar, 2006; Sánchez, 2013).

Cuadro 2. Tabla de crecimiento en becerras Holstein.

Parámetro	Edad (meses)	Peso (kg)	Talla (cm)
Nacimiento	0	39-45	74-76
	1	59-70	81-84
Destete	2	77-95	85-89

(Tomado de Aguilar, 2006).

El peso corporal a cierta edad es el criterio más utilizado para evaluar el crecimiento de las novillas, pero no puede ser el único criterio ya que este no refleja su estado nutricional (Sánchez, 2013).

La cruz es el punto más elevado de la espalda y es localizada en la base del cuello y entre los hombros. Las mediciones se llevan a cabo en el periodo de crianza (Aguilar, 2006) al segundo día de nacer y a los 60 días.

Un crecimiento deficiente y un comportamiento deprimido de terneras se puede atribuir a un suministro insuficiente de nutrientes de los alimentos líquidos (Lee *et al.*, 2009).

2.7 Peso y altura al destete

El destete de las terneras en sistemas intensivos se realiza de forma inesperada y temprana en comparación con el destete natural de la especie. Para reducir o evitar el estrés al destetar las becerras, debemos tener conocimientos morfológicos, fisiológicos y psicológicos involucrados en el establecimiento y mantenimiento de las becerras (Enríquez *et al.*, 2011).

La clave para un destete exitoso es que la becerro consuma alimento solido desde una edad temprana (Cueva, 2003).

Algunos especialistas aconsejan que para tomar la decisión de destetar es recomendable que se evalúe semanalmente el comportamiento de cada ternera, en base al incremento de peso semanal desde el nacimiento hasta la posible fecha del destete (Almeyda y Parreño, 2011).

El peso al momento del destete necesita estar entre un 12- 15% del peso de una vaca madura (Sánchez, 2013).

Para la decisión del destete la becerro debe cubrir lo siguiente: la becerro deberá estar sana, tener 8 semanas de edad, pesar aproximadamente 80 kilos, que el consumo de iniciador sea de 1- 1.5 kilogramos por día, agua limpia las 24 horas (Sánchez, 2013).

Las vaquillas deben recibir su primer servicio a los 14 meses, con un peso mínimo de 340 kg, una alzada de 121 centímetros, por lo que es necesario que el crecimiento sea constante desde el nacimiento hasta su inseminación (González *et al.*, 2017).

2.8 Efecto de Selenio aplicado en becerros Holstein

El Selenio (Se) es un micronutriente esencial que juega un papel importante en la salud y el rendimiento de animales rumiantes, ya que tiene efecto en las funciones inmunológicas y el rendimiento (Favela, 2015; Medhi y Dufrasne, 2016).

En el sistema inmunológico, el selenio desempeña un papel importante en la formación y la actividad de Linfocitos T helper, T citotóxicos y células Natural Killer (Mehdi y Dufrasne, 2016).

La absorción de Se en rumiantes varía a la de los monogástricos, es por eso que se han basado en suplementar Selenio a base de productos inyectables que tienen mayor facilidad de absorción (Neumann *et al.*, 2016).

Las becerras al nacer son deficientes en selenio, así que en la alimentación o aplicación de selenio después del nacimiento, es importante para promover el desarrollo del sistema inmune y así también tener un crecimiento saludable (González *et al.*, 2017).

Esta función biológica se realiza a través de las selenoproteínas, como la familia de glutatión peroxidasa, las yodotironinas deiodinasas y las tioredoxinas reductasas, en las que el selenio es un componente estructural (Mehdi y Dufrasne, 2016). La enzima glutatión peroxidasa (GSH-PX) fue la primera selenoenzima probada que puede prevenir el daño oxidativo de la membrana celular (Hefnawy y Tórtora, 2010).

El daño a las estructuras de la membrana es la base de la deficiencia de Se con problemas de salud: es decir, la enfermedad del músculo blanco o la distrofia muscular nutricional, con cambios degenerativos en el músculo esquelético y en el miocardio en animales jóvenes (Hefnawy y Tórtora, 2010).

En terneros pre-rumiantes la absorción de Se también se realiza en el intestino delgado. La dieta líquida es coagulada aproximadamente 3 a 4 minutos después de alcanzar el abomaso, donde el coágulo de caseína expelle los minerales solubles hacia el intestino delgado, donde se absorbe el Se (Ceballos y Wittwer, 1996).

2.8.1 Deficiencias de Selenio

Aunque la deficiencia de selenio puede ocurrir en todas las especies, los rumiantes suelen ser los más susceptibles, con mayor frecuencia en los pequeños rumiantes como ovinos y caprinos (Hefnawy y Tórtora, 2010).

La falta de Se afecta la productividad y la salud animal con un alta mortalidad en terneras como lesiones degenerativas en miocardio (Hefnawy y Tórtora, 2010).

Entre los efectos de deficiencia de Se, se incluyen menos ganancias diarias de peso (Hefnawy y Tórtora, 2010).

La deficiencia de Se en terneros menores de 6 meses de edad presenta miopatía focal, se le conoce como enfermedad del músculo blanco o distrofia muscular (Arthur, 1988), la cual fue la primera condición reconocida por la deficiencia de Se (Hefnawy y Tórtora, 2010). También puede causar un mal funcionamiento del metabolismo de la tiroides que puede causar una disminución en el crecimiento y disminución de la resistencia a enfermedades (Mehdi y Dufrasne, 2016).

La enzima 5-iodothyronine deiodinase es una selenoproteína seleno-dependiente. Es una de las últimas proteínas afectadas en caso de deficiencia de Se. Se informaron efectos positivos en la suplementación de selenio en becerras deficientes (Mehdi y Dufrasne, 2016).

Mehdi y Dufrase (2016), mencionan que hay una ganancia diaria en terneros tratados con inyección de Se. Durante una suplementación de Se en animales, el efecto del enriquecimiento en el contenido de Se en los músculos y órganos es diferente.

2.8.2 Toxicidad por selenio

La adición de demasiado Se en los alimentos, la administración indebida de selenio inyectado puede resultar la toxicidad por éste (Khanal y Knight, 2010) y puede llegar a causar muerte súbita en varias especies incluyendo corderos, cerdos, ganado y caballos (Favela, 2015).

Khanal y Knight (2010), mencionan que en hallazgos patológicos en animales los cuales les administraron altas dosis de selenio, se encontró necrosis miocárdica multifocal y vasculitis alveolar pulmonar con edema pulmonar y hemorragia.

La toxicidad por el consumo excesivo de Se se ha asociado con diferentes patologías como: caída de pelo en cuello y cola, claudicaciones y malformaciones en las pesuñas en bovinos y otras especies (Favela, 2015).

2.9 Efecto de Vitamina B₁₂ en becerras Holstein

Las respuestas por parte de los rumiantes a los suplementos vitamínicos incluye una función inmune mejorada, reducen los casos de problemas clínicos y aumentará la productividad (Spears y Weiss, 2014).

La vitamina B₁₂ (cianocobalamina) es un compuesto químico con propiedades vitamínicas (Gille y Schmid, 2015); no es producida por animales, plantas, ni levaduras y solo por bacterias intestinales que se encuentran en el organismo de forma habitual (González *et al.*, 2017) que en presencia de cobalto son capaces de producir vitamina B₁₂ (Gille y Schmid, 2015). La síntesis ocurre en sitios muy distales del lugar de absorción fisiológica de la vitamina, lo que determina que en su totalidad es eliminada por las heces (Forrellat *et al.*, 1999).

Es sintetizada en el estómago y absorbida en el intestino, es transferida a la sangre y almacenada en los músculos e hígado (Watanabe y Bito, 2017); sin embargo, las concentraciones de vitamina B₁₂ más altas, se encuentran en hígado y riñón; mientras que la leche bovina contiene concentraciones más bajas (Gille y Schmid, 2015). Sin embargo Watanabe y Bito (2017), mencionan que las concentraciones de B₁₂ en la leche de vacas, ovejas y cabras son más elevadas que en el humano. En una comparación, la raza Holstein tiene mayor concentración de B₁₂ en leche que la raza Jersey.

La cianocobalamina (vitamina B₁₂) es esencial para el crecimiento, reproducción celular, hematopoyesis y para la síntesis de nucleoproteínas y mielina, ya que juega un importante papel en las síntesis de bases para el ADN, sin la suficiente vitamina B₁₂ habrá cambios en la función nerviosa (Rodrigo, 2007; Favela, 2015).

Se requieren de minerales y vitaminas para el funcionamiento normal de todos los procesos metabólicos de los rumiantes (Favela, 2015).

Las deficiencias o excesos de vitamina pueden tener pérdidas económicas en la productividad animal (Spears y Weiss, 2014).

El contenido de cobalto en las dietas es un factor importante que puede afectar la síntesis de B₁₂, por lo tanto la deficiencia de cobalto puede inducir fácilmente a la deficiencia de vitamina B₁₂ (Watanabe y Bito, 2017). Las manifestaciones clínicas son: inapetencia, pérdida de peso por reducción de grasa corporal y tejido muscular, anemia y en casos graves llega a producir la muerte del animal (Favela, 2015).

Las principales deficiencias de vitamina B₁₂ ocurre en rumiantes jóvenes cuando la microflora aún no es capaz de desarrollar mecanismos de biosíntesis (González *et al.*, 2017).

La deficiencia de vitamina B₁₂ se debe exclusivamente al tipo de alimentación y no a otros factores distintos a ésta (Rodrigo, 2007).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del sitio experimental

El estudio se desarrolló del 15 de enero al 15 de abril de 2019, en un establo del municipio de Matamoros en el Estado de Coahuila; éste se localiza a 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).

Se utilizó el calostro de primer ordeño de vacas primíparas y múltiparas de la raza Holstein Friesian dentro de las primeras 24 h después del parto. Inmediatamente después de la colecta, se determinó la densidad de este producto, utilizando un calostrómetro (Biogenics Inc., Mapleton, Or., USA ®), a una temperatura de 22 °C al momento de la medición. El calostro con densidad $\geq 50 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ de Ig se combinó hasta acumular la cantidad de 40 L (un lote). Se pasteurizaran cinco lotes, a una temperatura de 60 °C, por 60 min, en un pasteurizador comercial (Dairytech, Inc., Windsor, Colorado USA ®). Después de pasteurizado, el calostro se colocó en biberones (dos L por biberón) y se congelará a -20 °C hasta el suministro a las becerras.

Para observar el efecto del selenio sobre el desarrollo de las becerras se seleccionaron dos grupos de manera aleatoria, se separaron de la madre al nacimiento y alojadas individualmente en jaulas de metal previamente lavadas y desinfectadas. Los tratamientos fueron: T1=0 ml, (N=36), T2=2 ml (N=42) de selenio respectivamente. La aplicación del producto con selenio se realizó dentro de los primeros 10 min posteriores al nacimiento de la becerro por vía subcutánea.

En ambos grupos de les suministró la primer toma de calostro dentro de la primera hora de nacida y la segunda seis horas posterior a la primera.

Entre las 24 y 48 horas después del nacimiento se obtendrá una muestra de sangre de la vena yugular de cada becerro en tubos Vacutainer® la cual se dejara coagular a temperatura ambiente hasta la separación del suero. La lectura del suero se realizará en un refractómetro (Vet 360, Reichert Inc.®) se empleara como variable la proteína sérica para medir la transferencia de inmunidad pasiva hacia las becerros. Las variables que se considerarán para evaluar el desarrollo serán: al nacimiento y al destete, peso, altura a la cruz, ganancia diaria y ganancia de peso total. Se estimó el consumo de alimento diario.

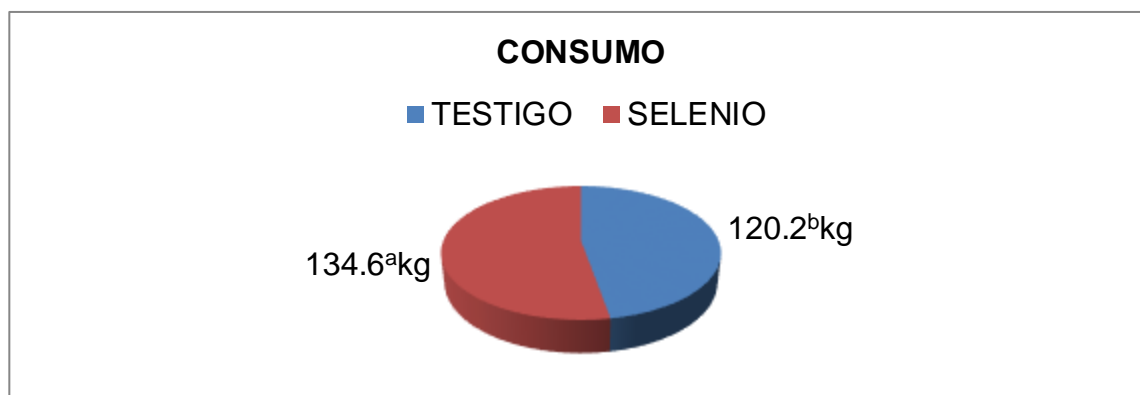
Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó mediante un análisis de varianza y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey. Se empleó el valor de $P < 0.05$ para considerar diferencia estadística. Los análisis se ejecutaran utilizando el paquete estadístico de Olivares-Sáenz (2012).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación a los resultados obtenidos para el crecimiento y desarrollo de becerras Holstein para las variables de consumo, peso y altura se obtuvieron diferencias estadísticas P (>0.05) entre tratamientos.

Los resultados en relación al consumo de alimento (Gráfica 1) se observa que en el presente estudio las becerras suplementadas con Se y vitamina B₁₂ obtuvieron una media de 134.6^a kg en consumo de concentrado iniciador y 120.2^b kg las becerras no suplementadas.



Gráfica 1.- Consumo de becerras no suplementadas y suplementadas con Se y vitamina B₁₂.

El 50% de los establos, las becerras son alimentadas con sustituto de leche y el otro 50% con leche entera, o en ocasiones es combinada la leche entera y el sustituto de leche; y en el 90% de los establos se dan dos tomas de leche al día (Rodríguez *et al.* 2012).

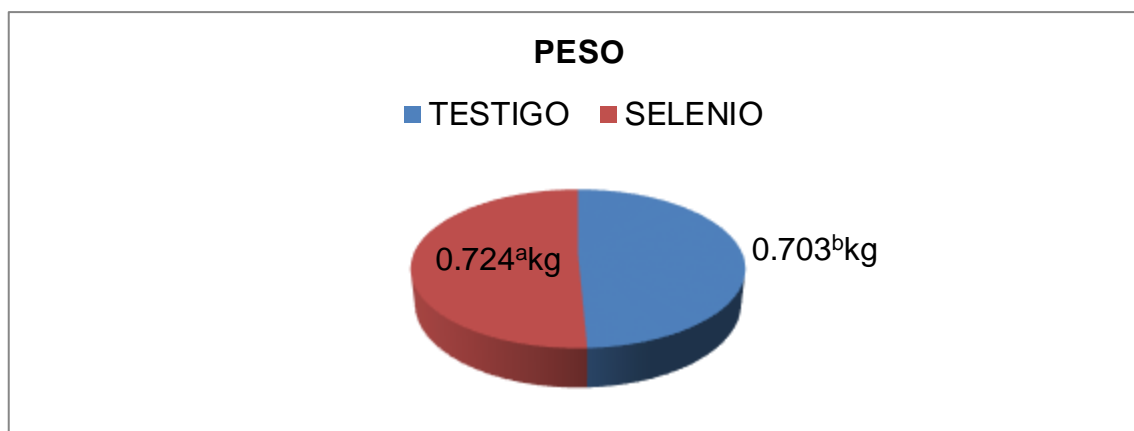
Rodríguez *et al.* (2012), mencionan que restringir el consumo de sustituto de leche o leche entera ayuda a aumentar el consumo de concentrado iniciador y estar destetadas para el día 60.

El 90% de los establos alimenta a sus becerras con concentrado iniciador (Rodríguez *et al.*2012). Favela (2012), recomienda que un alimento iniciador que contiene 16-20% de Proteína Cruda (PC) es adecuada para lograr ganancias de peso diarias.

Castro-Flores y Elizondo-Salazar (2012), mencionan que hay mayor consumo de alimento iniciador en dietas que contienen granos, donde el consumo aumenta con la edad de las becerras.

Favela (2015), menciona que cuando una becerro Holstein consuma 1000g de iniciador por día por dos días consecutivos, estará lista para ser destetada. En becerras suplementadas con selenio y vitamina B₁₂ tuvieron un consumo promedio de 0.958, por tres días consecutivos y en becerras que no fueron suplementadas obtuvieron un consumo promedio de 0.691.

Los resultados en relación al peso (Gráfica 2) demuestra que las becerras suplementadas con Se y vitamina B₁₂ obtuvieron una media de 0.724^a kg y 0.703^b kg las que no fueron suplementadas.

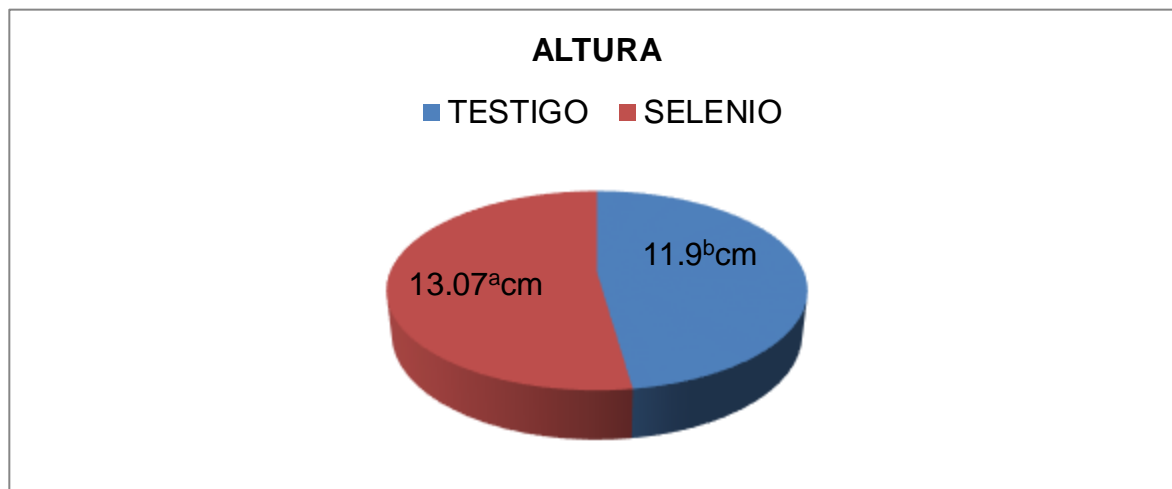


Gráfica 2.- Peso de becerras no suplementadas y suplementadas con Se y vitamina B₁₂.

Castro-Flores y Elizondo-Salazar (2012), mencionan que animales destetados a las siete semanas de edad reportan entre los 64,13 y 68.71kg. De igual manera los alimentos peletizados han registrado mayores alturas. Reportando 93,9 cm de altura a la cruz al destete en la raza Holstein e indican que esta medida puede variar en animales jóvenes.

Aunque Lesmeister y Heinrichs (2005), reportan valores de 77.08 cm al nacimiento y 83.08 cm para el destete. Y Khan *et al.* (2007), reporta valores similares 75.72 cm al nacimiento y 85.73 cm al destete.

Los resultados en relación de la altura a la cruz (Gráfica 3) demuestran que las becerras suplementadas con Se y vitamina B₁₂ obtuvieron 13.071^a cm mayor altura a la cruz que las becerras que no fueron suplementadas obtuvieron 11.944^b cm altura a la cruz.



Gráfica 3. Alzada de becerras Holstein no suplementadas y Suplementadas con Se y vitamina B₁₂.

Rodríguez *et al.* (2012), mencionan que el crecimiento antes del destete es el crecimiento más caro que un animal experimenta durante su vida. Así que un destete temprano ayuda a disminuir los costos de la crianza.

La edad temprana al destete no influye negativamente en el desarrollo de la becerras (Rodríguez *et al.* 2012).

Los resultados obtenidos en este estudio de consumo, peso y altura al destete y la aplicación de Se y vitamina B₁₂ dentro de las primeras horas de vida de las becerras, nos indican que es una manera eficiente y fácil, para aumentar el consumo, peso y altura de las becerras.

5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se desarrolló el experimento, se concluye que la suplementación de Se y vitamina B₁₂ puede aumentar el crecimiento y desarrollo en becerras Holstein. Para las variables de consumo, peso y altura se obtuvieron diferencias estadísticas P (>0.05) entre tratamientos.

6. LITERATURA CITADA

- Aguilar, M. H. 2006. Crianza de becerras para reemplazos en ganado bovino lechero de la raza Holstein. Tesis. Universidad michoacana San Nicolás de Hidalgo
- Almeyda, M, J., y Parreño, R, J. A. 2011. Guía técnica curso-taller. Manejo integrado de ganado vacuno. Majes-Caylloma-Arequipa-Perú.
- Almeyda, M, J. 2013. Manual de manejo y alimentación de vacunos- Parte I: Recría de animales de reemplazo en sistemas intensivos. <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/manual-manejo-alimentacion-vacunos-t29965.htm>
- Arthur, J. R. 1988. Effects of Selenium and vitamin E status on plasma creatine kinase activity in calves. The Journal of Nutrition. 118(6):747-755.
- Borderas, T. F., de Passillé, A. M. B., y Rushen, J. 2009. Feeding behavior of calves fed small or large amounts of milk. J. Dairy Sci. 92(6):2843-2852.
- Blanco, O, M. A. 2012. Alimentación en becerras lactantes. Departamento de medicina y zootecnia de rumiantes. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/alimentacion-becerras-lactantes-t29675.htm>
- Capote, A. E. 2010. El selenio. Su importancia en la reproducción del bovino. Monografía. Universidad de matanzas "Camilo Cienfuegos". Sede universitaria Municipal Jagüey Grande, Matanzas, Cuba.
- Castro- Flores, P y Elizondo- Salazar, J. A. 2012. Crecimiento y desarrollo ruminal en terneros alimentados con iniciador sometido a diferentes procesos. Agronomía Mesoamericana. 23(2):343-352.
- Ceballos, A. y Wittwer, F. 1996. Selenium Metabolism in ruminants. Instituto de Ciencias Clínicas Veterinarias, Universidad Austral de Chile. Arch. Med. Vet. 28(2):5-15.

- Cueva, D. A. 2003. Manual de manejo de crianza y desarrollo de reemplazos en hatos de lechera familiar. Universidad de Guadalajara. Centro universitario de ciencias biológicas y agropecuarias. Las Agujas, Zapopan, Jalisco.
- Drackle, J. K. 2008. Calf nutrition from birth to breeding. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. Science Direct. 24(1):55-86.
- Espinosa, M, M. A., Estrada, C, E. E., Barretero, H, R., Rodríguez, H, E., y Escobar, R, M. C. 2014. Crianza de becerras para sistemas familiares/ semitecnificados de producción de leche. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Folleto para productores Núm1.
- Favela, E. 2015. Efecto del selenio y vitamina B12 sobre el desarrollo y supervivencia de becerras lecheras holstein friesland. Tesis. Universidad autónoma agraria Antonio narro. Torreón, Coahuila.
- Forrellat, B, M., Gómis, H, I., y Gautler du Défaix G, H. 1999. Vitamina B₁₂: metabolismo y aspectos clínicos de su deficiencia. *Rev. Cubana Hematol Inmunol Hemoter*.15(3) .
- García, C. A. C., Mantiel, R. C. A., y Borderas, T. F., 2014. Grasa y proteína de la leche de vaca: componentes, síntesis y modificación. Universidad metropolitana. *Arch. Zootec*. Coyoacán, México, DF. 63(0):85-105.
- Gille, D., y Schmid, A. 2015. Vitamin B12 in meat and dairy products. *Nutr Rev*. 73(2):106-15.
- González, R., Pérez, E., González, J., Peña, B. P., Ávila, R., y Rocha, J. L. 2017. Efecto del selenio y vitamina B12 sobre la transferencia pasiva de inmunidad en becerras recién nacidas holstein friesland. *AGROFAZ*. 17(1):27-33.
- González, A, R., González, A, J. Peña, R, B. P., Moreno, R, A., y Reyes, C, J. J. 2017. Análisis del costo de alimentación y desarrollo de becerras de reemplazo lactantes. *Revista Mexicana de Agronegocios*. Journal article.40:561-570.

- Hefnawy, A. E. G., y Tórtora-Peréz, J. L. 2010. The importance of selenium and the effects of its deficiency in animal health. *Small ruminant research*. 89(2-3):185-192.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Francisco I. Madero, Coahuila de Zaragoza. Clave geoestadística 05009.
- Kiezebrink, D. J., Edwards, A. M., Wright, T.C., Cant, J. P., y Osbone, V. R. 2015. Effect of enhanced whole-milk feeding in calves on subsequent first-lactation performance. *J Dairy Sci*. 98(1):349-356.
- Khanal, D. R., y Knight, A. P. 2010. Selenium: Its role in livestock health and productivity. *Journal of Agriculture and Environment*. 11:101-106.
- Khan, M. A., Lee, H.J., Lee, W. S., Kim, H. S., Ki, K. S., Hur, T. Y., Suh, G. H., Kang, S. J. y Choi, Y. J. 2007. Structural growth, rumen development and metabolic and immune responses of Holstein male calves fed milk through step-down and conventional methods. *J Dairy Sci*. 90(7):3376-3387.
- Lee, H. J., Khan, M. A., Lee, W. S., Yang, S. H., Kim, S.B., Ki, K.S., Kim, H.S., Ha, J. K., y Choi, Y.J. 2009. Influence of equalizing the gross composition of milk replacer to that of whole milk on the performance of Holstein calves. *Journal of Animal Science*. 87(3):1129-1137.
- Lesmeister, K. E., y Heinrichs, A. J. 2005. Effects of adding extra molasses to a texturized calf starter on rumen development, growth characteristics and blood parameters in neonatal dairy calves. *J Dairy Sci*. 88(1): 411-418.
- McPhee, D. J. 2016. Selenio en el ganado: una revisión. Tesis. Departamento de producción animal, Unidad de nutrición, Facultad de Medicina veterinaria, Universidad de Lieja.
- Mehdi, Y., y Dufrasne, I. 2016. Selenium in cattle: A review. *Molecules*. US National Library of Medicine National Institutes of Health. 21(4):545.

- Neumann, J., Ceballos, A., Chihuailaf, R., Sepúlvera, M., Wittwer, F., y Quiroz, E. 2016. Efecto de la suplementación preparto con selenio levadura oral o selenato de bario parenteral en las concentraciones sanguíneas de selenio en vacas lecheras y sus crías. Archivos de medicina veterinaria. 48(1):37-42.
- Olivares-Sáenz, E. 2012. Paquete de diseños experimentales. FAUANL. Versión 1.1. Facultad de Agronomía
- Overvest, M. A., Bergeron, R., Haley, D. B., y DeVries, T. J. 2016. Effect of feed type and method of presentation on feeding behavior, intake, and growth of dairy calves fed a high level of milk. J Dairy sci. 99(1):317-327.
- Plazas, R, J. E., y González, M, D. F. 2012. Comparación de dos métodos de cría de terneras holstein, pastoreo y estabulación en la finca villa maría municipio firavitova- Boyacá. Facultad de ciencias agrarias. Conexión agropecuaria. 2(1):15-24.
- Preciado, V, A. A. 2008. Crianza de becerras holstein. Monografía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila.
- Rodrigo, P, T. 2007. Vitamina B₁₂ en el vegetarianismo. Criterios para su diagnóstico. Medicina Naturista.1(2):120-130.
- Rodríguez, H, K., Nuñez, H, G., González, A, R., Ochoa, M, E., Sánchez, D, J. I. 2012. Factores críticos del proceso de crianza que afectan la edad al primer parto en establos de la región lagunera. Producción pecuaria. AGROFAZ. 12(4):9-17.
- Sánchez, H, A. 2013. Crianza de becerras de reemplazo en ganado lechero de la raza Holstein. Monografía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila.
- Saquipay, B, D. M. 2011. Alimentación de terneras de reemplazo. Tesis. Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Cuenca.
- Saucedo, J. S., Avendaño, L., Álvarez, F.D., Rentería, T.B., Moreno, J.F., y Montañón, M.F. 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.
- Soberon, F., Raffrenato, E., Everett, R. W., y Van Amburgh, M. E. 2012. Prewaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *J Dairy Sci*. 95(2):783-793.
- Spears, J. W., y Weiss, W. P. 2014. Invited Review: Mineral and vitamin nutrition in ruminants. *The professional animal scientist*. 30(2):180-191.
- Teixeira, A. G., Lima, F. S., Bicalho, M. L., Kussler, A., Lima, S. F., Felipe, M. J. y Bocalho, R. C. 2014. Effect of an injectable trace mineral supplements containing selenium, cooper, zinc, and manganese on immunity, health and growth of dairy calves. *J Dairy Sci*. 97(7):4216-4226.
- Vakili, A. R., Khorrami, B., Danesh, M, M., y Parand, E. 2013. The effects of thyme and cinnamon essential oils on performance rumen fermentation and blood metabolitesin Holstein calves consuming high concentrate diet. *Asian-Autrlasian Journal of Animal Sciences*. 26(7):935-944.
- Watanabe, F., y Bito, T. 2017. Vitamin B12 sources and microbial interaction. *Experimental biology and medicine*. Sage Journals. 243(2):148-158.