

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

"Evaluación del desarrollo de becerras lecheras Holstein bajo diferentes sistemas de alimentación con leche entera"

Por:

MIGUEL ESTEBAN PARRA LOPEZ

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:

 _____	 _____
M.V.Z. CESAR OCTAVIO CRUZ MARMOLEJO	DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS
Presidente	Vocal
 _____	 _____
MC. BLANCA PATRICIA PEÑA REVUELTA	MC. MELISA CONCEPCION HERMOSILLO ALBA
Vocal	Vocal Suplente
 _____	
MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ	
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal	

Torreón, Coahuila, México
Octubre 2021

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

"Evaluación del desarrollo de becerras lecheras Holstein bajo diferentes sistemas de alimentación con leche entera"

Por:

MIGUEL ESTEBAN PARRA LOPEZ

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

Torreón, Coahuila, México
Octubre 2021



AGRADECIMIENTOS

La vida está llena de retos y momentos que podemos compartir y disfrutar con quienes amamos, podemos ayudar y guiar a muchas personas si ellas lo permiten, pero también podemos ser ayudados y guiados durante nuestra vida; por ello en estos agradecimientos de tesis, quiero exaltar la labor de todas aquellas personas que estuvieron presentes durante toda mi vida y durante el desarrollo de este proyecto.

El desarrollo de esta tesis no lo puedo catalogar como algo fácil, costaron desveladas, días de descansos trabajados, curso de enfermedades, pero lo que sí puedo hacer, es que disfrute cada momento, cada investigación y proceso realizado en durante este proyecto.

Un agradecimiento especial al **MVZ Miguel Parra Bátiz** colega y padre quien estuvo alentándome y guiándome durante todo el proceso de la tesis.

Al **Dr Ramiro González Avalos** por ser mi asesor y guiarme para la realización de este proyecto.

DEDICATORIAS

A mis padres el MVZ MIGUEL PARRA BATIZ y ALTAGRACIA LOPEZ HERNANDEZ por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este y los que en un futuro vendrán. Me formaron con reglas y cariño, pero al final de cuentas, me motivan constantemente para alcanzar mis sueños.

A mis hermanos Fátima y Diego Parra López, quienes han estado motivándome y ayudándome a convertirme en una persona de éxito.

A mis amigas Fabiola y Yareht Ruvalcaba quienes tuvieron paciencia durante toda mi carrera y a pesar de la distancia siempre estuvieron ahí cuando las necesitaba.

A mis amigos de carrera con quienes compartí momentos increíbles durante la carrera, con quienes comparto el mismo amor por la medicina veterinaria.

RESUMEN

Para evaluar el desarrollo de las becerras lactantes, se seleccionaron 40 becerras de la raza Holstein en 2 grupos de 20 becerras cada uno al azar, fueron separadas de su madre al nacimiento y alojadas en jaula de madera de forma individual previamente desinfectadas. Los tratamientos aplicados fueron los siguientes: T1 una toma de leche y T2 dos tomas de leche, ambos tratamientos recibieron un total de 374 litros de leche entera pasteurizada. Las variables consideradas para evaluar el desarrollo y supervivencia fueron: peso y altura cada 10 días. Las enfermedades que se registradas para monitorear la salud de la becerro fueron diarreas, neumonías y polipnea. El análisis estadístico se realizará mediante un análisis de varianza y la comparación de medias se realizará mediante la prueba de Tukey. Se empleará el valor de $P < 0.05$ para considerar diferencia estadística. Los análisis se ejecutarán utilizando el paquete estadístico de Olivares-Sáenz (2012). En relación con los resultados obtenidos para ganancia de peso no hubo una diferencia significativa. Se observó diferencia significativa en mortalidad y gastos.

Palabras clave: Alimentación, Desarrollo, Becerras Holstein, Leche entera, Establos lecheros.

Índice general

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
Índice general	iv
Índice de Cuadros	vi
Índice de Figuras	vii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo.....	2
1.2. Hipótesis.	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Sistemas de alimentación.....	3
2.2. Importancia de una buena alimentación para el desarrollo de las becerras Holstein.....	6
2.3. Composición nutricional del calostro	7
2.4. Efecto de la alimentación en el desarrollo ruminal.....	8
2.5. Principales enfermedades en becerras lactantes.	9
2.6. Diarrea en becerras.....	10
2.7. Problemas Respiratorios	12
2.8. Costo de reemplazo.	14
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1. Localización del sitio experimental.	16

3.2. Descripción de los animales del estudio.....	16
3.3. Variables analizadas	18
3.4. Análisis estadístico.....	19
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
5. CONCLUSIONES.....	30
6. LITERATURA CITADA	31

Índice de Cuadros

Cuadro 1.	Programa de alimentación tratamiento 1: 1 toma de leche.	17
Cuadro 2.	Programa alimentación Tratamiento 2: 2 tomas de leche.	17
Cuadro 3.	Análisis bromatológico del iniciador utilizado en la alimentación de las becerras.	19
Cuadro 4.	Desarrollo de becerras lecheras Holstein bajo diferente sistema de alimentación con leche entera	20
Cuadro 5.	Peso de becerras lecheras Holstein pesadas cada 10 días bajo diferente sistema de alimentación con leche entera	21
Cuadro 6.	Altura de becerras lecheras Holstein medidas cada 10 días bajo diferente sistema de alimentación con leche entera.	22
Cuadro 7.	Mortalidad y morbilidad con eventos de enfermedad en becerras lecheras Holstein bajo diferente sistema de alimentación con leche entera.	24
Cuadro 8.	Costo de tratamientos y mortalidad en becerras Holstein bajo diferente sistema de alimentación con leche entera.	26
Cuadro 9.	Costo integrado en becerras Holstein bajo diferente sistema de alimentación con leche entera.	29

Índice de Figuras

- Figura 1. Proteína sérica en suero sanguíneo de becerras lactantes bajo 23
diferente sistema de alimentación con leche entera.
- Figura 2. Promedio de consumo de iniciador cada 10 días por grupo. 27

1. INTRODUCCIÓN

En los establos lecheros, las crías son separadas de sus madres al nacimiento y criadas de forma artificial. Desafortunadamente, las crías tienen un alto riesgo de morbilidad y mortalidad, especialmente durante el periodo de lactancia y los días después del destete (USDA, 2009).

La crianza de becerras es la base del éxito de toda unidad de producción lechera, se define crianza de reemplazos como aquellas etapas que inician en el nacimiento hasta el parto de la vaquilla; 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,2007).

Los animales jóvenes hacen uso de los nutrientes disponibles para el mantenimiento de sus funciones vitales y solo aquellos nutrientes que sobrepasan los requerimientos de mantenimiento pueden ser usados para el crecimiento y ganancia de peso (NRC, 2001). Durante las primeras semanas de vida, los terneros son funcionalmente monogástricos y la leche es su principal recurso para su nutrición. Al beber leche, la gotera esofágica es la encargada de transportar la leche directamente al abomaso (Sjaastad *et al.*, 2010).

Es común creer que las becerras no deberían comer más de 2L de leche por comida. Si la becerro es alimentada con más volumen de leche, se dice que la capacidad del abomaso puede estar excedida y que la leche puede entrar al rumen. La leche

es capaz de entrar al rumen de dos maneras. La primera es porque la gotera esofágica no está completamente cerrada (van den Borne *et al.*, 2004). La segunda resulta de una carga de fluidos que sobrepasa la capacidad de almacenamiento del abomaso, causando su llegada al compartimiento retículo-rumen (van den Borne *et al.*, 2004). Ellingsen *et al.*, 2016 demostró que las becerras que consumen volumen de casi 7 L de leche no provocó la entrada de leche al rumen. Además de no causar ningún indicador de dolor abdominal.

Los sistemas de alimentación tradicional las becerras son alimentadas con una tasa promedio de 8-10% de peso vivo (Jasper y Weary, 2002). La becerro puede consumir satisfactoriamente aproximadamente 20% del peso vivo (10-12 L/d) y un mejor consumo de leche nos lleva a un aumento de la ganancia de peso, mejora la función inmunológica, reduce la edad a primer servicio e incrementa la producción de leche en la primera lactancia (Khan *et al.*, 2011).

1.1. Objetivo

Evaluar el desarrollo de becerras lactantes bajo diferentes sistemas de alimentación líquida.

1.2. Hipótesis.

El desarrollo de las becerras será mejor en aquellas que sean alimentadas con dos tomas al día.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Sistemas de alimentación.

En sistemas intensivos las crías son separadas de la vaca durante los primeros minutos de vida y alimentadas con cantidades restringidas de leche hasta su destete. Un manejo común es ofrecer leche a las becerras dos veces al día, ofreciendo aproximadamente el 10% de su peso vivo (Jasper y Weary, 2002). De lo contrario, cuando el becerro es criado por la madre tiende a consumir leche en promedio 7-12 veces al día la primera semana de vida, gastando 10 minutos por toma (Reinhart y Reinhardt, 1981; Albright y Arave, 1997). Conforme pasa el tiempo la frecuencia de consumo disminuye a 4 veces en el mes 1 y una vez al día a los 6 meses de edad (Das *et al.*, 2000). de Passillé *et al.*, 2008 realizó un estudio en donde encontró que las crías consumen aproximadamente 6 kg/d de leche la primer semana y 12 kg/d en la semana 9.

En explotaciones intensivas, las becerras llevan un programa de alimentación de cantidades restringidas de leche (Khan *et al.*, 2016). La becerro puede consumir satisfactoriamente aproximadamente 20% del peso vivo (10-12 l/d) y un mejor consumo de leche nos lleva a un aumento de la ganancia de peso, mejorando la eficiencia alimenticia, reduciendo el riesgo de enfermedades y una mejor oportunidad de expresar un comportamiento natural (Khan *et al.*, 2011). Las becerras que llevan un programa de alimentación ad libitum son becerras que permanecen sanas y ganan peso de una forma bastante rápida. Sin embargo, estas becerras llegan a consumir menos iniciador antes del destete (Jasper y Weary, 2002).

Alimentar a los animales con programas de alimentación de 4 L-60d, 6L-29d/4L-60d y 6L/60d resulta en un consumo inicial de 0.065 kg/d de iniciador el primer mes de vida incrementando a 0.386 kg/d en el segundo mes y terminando en 2.065 kg/d después del destete, la mejor estrategia de alimentación para la obtención de mejores resultados es de 6L-60d ya que resulta en un mejor rendimiento, sin declives en el consumo de iniciador pre- y post-destete o efectos negativos sobre el desarrollo ruminal (Sliper *et al.*, 2014).

Otra opción para el incremento en la ganancia diaria de peso, el peso al destete y rendimiento del crecimiento es el incremento de los sólidos totales de la leche adicionando sustituto de leche, sin ningún efecto sobre el consumo de iniciador, clasificación y duración de las diarreas (Azevedo *et al.*, 2016).

Las becerras nacen con un rumen física y metabólicamente subdesarrollado e inicialmente necesitan de la leche para obtener la demanda de nutrientes que ellos necesitan para su mantenimiento y crecimiento. El consumo de alimento sólido, obtener bacterias anaerobias, establecimiento de fermentación del rumen, diferenciación y crecimiento de las papilas, expansión del rumen en volumen, desarrollo de vías de absorción y metabólicas, maduración del aparato salivar y desarrollo del comportamiento de la rumia todo esto es necesario para un cambio de la dependencia de una alimentación líquida a una sólida (Khan *et al.*, 2016). Estas comienzan a consumir cantidades medibles de alimento sólido a partir de los 14 días de edad (Williams y Frost, 1992; Khan *et al.*, 2008), y este reduce rápidamente cuando la cantidad de leche es reducida o removida (Jasper y Weary, 2002; Khan *et al.*, 2007).

Las becerras que llevan un programa de alimentación con cantidades restringidas de leche son incapaces de satisfacer sus necesidades de energía diaria que ellas necesitan solo de la leche, por lo que ellas consumen hasta dos veces la cantidad de iniciador a comparación de las becerras alimentadas con altas cantidades de leche (Nielsen *et al.*, 2008).

Las becerras que llevan un programa de reducción de leche consumen más iniciador y las ganancias de peso son mejores a comparación de aquellas que son alimentadas con programas convencionales. El programa de reducción previene aquellos problemas del bajo consumo de iniciador asociado con programas ad libitum de leche. Además, provoca una respuesta endocrinológica y el desarrollo intestinal (Khan *et al.*, 2007).

Cuando las becerras son destetadas de un programa de alimentación de grandes cantidades de leche, la ganancia de peso tiende a reducirse debido a una disminución en consumo de iniciador. Es por ello, que se sugiere un destete gradual para que exista un progreso (Sweeney *et al.*, 2010). Se sugiere un programa entre 14-21 días para destete gradual en el que el animal es alimentado aproximadamente con 1 kg de leche teniendo un aumento en la ganancia de peso y ayuda también a que no exista una reducción en el consumo de alimento sólido (Hill *et al.*, 2012). El destete gradual de aproximadamente 10 días resulta en las mejores ganancias de peso (Sweeney *et al.*, 2010).

El consumo de agua en becerras con un programa de alimentación ad libitum es muy escaso, en promedio < 0.4 kg/d, el consumo de agua incrementa hasta 8-9 L rápidamente pocos días después del destete. La forma de ofrecer el agua ya sea

en bote o con mamila no tiene ningún efecto negativo en consumo de agua (Hepola *et al.*, 2008).

2.2. Importancia de una buena alimentación para el desarrollo de las becerras Holstein.

La placenta sindesmocorial de la vaca evita la transmisión de inmunoglobulinas (Ig) protectoras. Como consecuencia las crías nacen agammaglobulinemicas, es por ello por lo que dependen de la absorción de Ig maternas provenientes del calostro después del nacimiento. La cantidad adecuada y la calidad del calostro ofrecida son los factores que determinaran el futuro estado de salud y supervivencia de las crías (Davis y Drackley, 1998; Urie *et al.*, 2018).

La principal causa en la falla en la transferencia de inmunidad pasiva en las becerras es causada por una pobre vitalidad asociada con distocias y un bajo consumo de calostro. Aquellas becerras que consumen calostros con concentración de Ig excedentes a 10 g/L muestran un mejor estado de salud y una buena ganancia de peso permitiendo obtener su primer servicio a temprana edad (Furman *et al.*, 2011).

Para obtener una transferencia de inmunidad aceptable en nuestras becerras, se debe de ofrecer un mínimo de 150 a 200 g de IgG durante las primeras horas después del nacimiento de las becerras. Los productores deben de ofrecer una cantidad mayor o igual a 300 g de IgG poco después del nacimiento de la cría. Los factores principales que afectan la cantidad de Ig son la calidad y el volumen de calostro alimentado. Aquellos factores que afectan la absorción del calostro son la

velocidad con la cual se ofrece el primer calostro, cantidad de bacterias en el calostro y el estatus metabólico de la cría (Godden *et al.*, 2019).

2.3. Composición nutricional del calostro

Inmunoglobulinas como IgG, IgA e IgM conforman aproximadamente el 85% a 90%, 5% y 7% respectivamente, del total Ig del calostro, con IgG₁ representa el 85-90-5 del total de IgG (Larson *et al.*, 1980).

Además de contener Ig para la inmunidad pasiva, el calostro también contiene grandes cantidades de nutrientes y factores biológicamente activos que estimulan la maduración y función del tracto gastrointestinal neonatal (TGI) (Hammon *et al.*, 2019). El total de sólidos oscila entre 29.9% y 12.9% respectivamente, además de contener 4 veces más proteína que la leche entera (Davis y Drackley, 1998). La cantidad de grasa que contiene el calostro es de 6.7% significativamente más alto que la leche 3.6% (Foley y Otterby, 1978). Ciertas vitaminas y minerales, incluyendo calcio, magnesio, zinc, vitamina A, vitamina E, Complejo B, ácido fólico, selenio y colina son encontrados en grandes concentraciones en el calostro (Foley y Otterby, 1978; Przybylska *et al.*, 2007).

Inhibidor de Tripsina se encuentra en grandes cantidades, este sirve como protector de las Ig y otras proteínas ante degradación proteolítica en el intestino del ternero. Componentes con actividad antimicrobiana como lactoferrina, lactoperoxidasa y lisozima también se encuentran en el calostro (Pakkane *et al.*, 1997; Elfstrand *et al.*, 2002).

Fatores del crecimiento en el calostro bovino incluyen transformador del factor de crecimiento beta-2, hormona del crecimiento e insulina. Estos juegan un rol importante en la regulación del desarrollo del TGI de los neonatos, incluyendo la estimulación del crecimiento de la mucosa, síntesis de ADN intestinal, e incremento en el tamaño de las vellosidades, resultando en un mejoramiento en la capacidad de absorción (Blum y Baumrucker, 2008; Hammon *et al.*, 2013).

2.4. Efecto de la alimentación en el desarrollo ruminal

Al nacimiento las becerras presentan la particularidad esta se consideran monogástricas ya que el rumen, omaso y retículo están subdesarrollados. Al nacimiento, el abomaso es el compartimiento predominante, constituyendo cerca del 60% del tamaño relativo del estómago. El rumen debe sufrir una serie de cambios anatómicos y fisiológicos para poder digerir alimento con altos contenidos de fibra, como fastos y forrajes. El adecuado desarrollo de este compartimiento es esencial para un crecimiento saludable y subsiguiente desarrollo productivo (Elizondo, 2006).

La meta principal de cualquier programa de alimentación de reemplazos debe ser criar y desarrollar animales que alcance un tamaño y peso optimo tempranamente para iniciar su programa reproductivo a una edad adecuada y al menor costo posible (Garnsworthy, 2005).

Uno de los principales objetivos de la alimentación de terneras es maximizar el desarrollo ruminal, para alcanzar la capacidad de utilizar y aprovechar forrajes complementados con 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 y acelerados por el tipo de dieta que se ofrece (Suarez *et al.*, 2007).

El usar forrajes bruscos durante la alimentación de becerras lactantes disminuye el consumo de materia seca y presenta bajas tasas de fermentación, es por ello que se a optado el uso de alimento balanceado (Nocek y Kesler, 1980), ya que estos proveen gran cantidad de ácidos grasos volátiles requeridos para el desarrollo papilar óptimo (Coverdale *et al.*, 2004; Suarez *et al.*, 2007).

Es importante indicar que un adecuado ruminal en animales de reemplazos, tiene que ver más con la alimentación que con la edad de estos y esto se debe ser considerado al momento del destete para poder desarrollar animales con una baja incidencia de enfermedades, adecuadas ganancia de peso y que puedan llegar a producir eficientemente (Castro y Elizondo, 2012).

Las becerras son capaces de consumir de manera segura hasta el 20% de su peso vivo de leche, dando como resultado unas buenas ganancias de peso, mejorando la eficiencia alimenticia, reduciendo la incidencia de enfermedades y mejoramiento en el bienestar. Un destete gradual tiene efecto sobre el consumo de alimento sólido lo que contribuye a un buen desarrollo ruminal, permitiendo un alto consumo de concentrado y mejores ganancias de peso al destete (Kanh *et al.*, 2010).

2.5. Principales enfermedades en becerras lactantes.

Además de los mortinatos, se han reportado que las tasas de mortalidad varían de acuerdo con la edad, transferencia de inmunidad pasiva, manejo, alojamiento,

estación del año, región, pero principalmente enfermedades como enteritis y neumonías son las principales causas de mortandad en becerras lactantes, ocasionando estas altas tasas de morbilidad y mortalidad en las becerras recién nacidas (Sivula *et al.*, 1996; Svesson *et al.*, 2006).

La tasa de mortalidad en becerras antes del destete es de 7.8%. La diarrea y otros problemas digestivos contribuyen al 56.5% de las muertes. El complejo respiratorio es la segunda causa de mortalidad con 22.5% (USDA, 2010)

Las condiciones anteriormente mencionadas afectan a las becerras recién nacidas a nivel mundial causando grandes pérdidas económicas, esto debido al incremento en la morbilidad y mortalidad (Schroeder *et al.*, 2012). Por cierto, cerca del 70% de los casos de muerte observados en la industria lechera han sido asociados a la presencia de diarrea, especialmente durante la primera semana de vida (Zychlińska-Buczek *et al.*, 2015).

Diarrea es la enfermedad más importante en becerras menores a 30 días de edad, mientras que la neumonía es el problema más importante en becerras que sobre pasan los 30 días de edad (Agerholms *et al.*, 1993; Virtala *et al.*, 1996; USDA, 2002; Svesson *et al.*, 2006).

2.6. Diarrea en becerras

La mayoría de los casos de diarrea son causados por una combinación de factores, no todos son infecciosos (McGuirk, 2008). Múltiples patógenos entéricos (ej. virus, bacterias y protozoos) están involucrados en la causa de las diarreas (Cho y Yoon, 2014). La etiopatogenesis de la diarrea neonatal es muy complejo y *Cryptosporidium*

spp., coccidia, Rotavirus, Coronavirus, *E. coli* (K99), *Salmonella* spp. son los patógenos comúnmente asociados siendo *Campylobacter* spp., *Clostridium* spp., *Parvovirus*, virus de la diarrea viral bovina no tan relevantes en causas de brotes (Barrington *et al.*, 2002; Bartels *et al.*, 2010).

Estos patógenos afectan a bovinos de todas las edades, siendo las becerras recién nacidas y menores de 60 días las que presentan la enfermedad entérica en forma mas manifiesta. Se debe resaltar que, aunque estos agentes puedan ser primarios, de acuerdo a estudios epidemiológicos y de laboratorio se ha demostrado que las infecciones mixtas son más comunes que las infecciones simples, por tal motivo en la actualidad se ha decidido referirse a los problemas entéricos como Complejo Diarreico Bovino (CDB) (Rocha *et al.*, 2019).

Estos agentes son transmitidos por vía fecal-oral de heces de animales infectados a la boca de animales susceptibles. La transmisión ocurre cuando las condiciones de alojamiento permiten que los animales tengan contacto nariz-nariz o inhalando partículas del agente transmitidas al ambiente por tos, orina o heces. La transmisión indirecta ocurre al tener contacto con fómites contaminados, falta de higiene del personal y vectores como las moscas (Barrington *et al.*, 2002).

Los factores de riesgo no infecciosos han sido negados por los productores, pero estos deben de ser de igual importancia como los factores infecciosos porque los recién nacidos son vulnerables al estrés ambiental (Cho y Yoon, 2014). Factores como cambios en la fabricación del sustituto de leche, uso de leche de mala calidad, temperatura inadecuada de la leche, excesos de alimentación, vacunación, descorne, destete son factores no infecciosos que pueden desencadenar diarrea,

pero esta diarrea no causa daños en las vellosidades intestinales, la condición de la becerro puede mejorar incluso sin la ayuda de medicamentos (Kehoe y Heinrichs, 2008; Moreno y León, 2009).

2.7. Problemas Respiratorios

Los problemas respiratorios están comúnmente asociados a los rasgos del rebaño, pero también está relacionado al manejo, la experiencia de los encargados y al sistema de alimentación. El peso de la becerro es un factor de riesgo para la aparición de enfermedades respiratorias (Brscic *et al.*, 2012).

La prevalencia de las enfermedades respiratorias es nula durante la primera semana de vida de las becerros, el pico de la enfermedad ocurre en la semana número siete de edad (Lago *et al.*, 2006).

Las enfermedades respiratorias durante la primera etapa de vida de las becerros pueden tener efectos significantes sobre la productividad subsecuente y sobrevivibilidad. Un diagnóstico de neumonía durante los primeros 6 meses de vida resulta en una reducción del crecimiento y una disminución en su productividad (Sivula, *et al.*, 1996; Donovan, *et al.*, 1998; Bach *et al.*, 2008).

La etiología de los trastornos respiratorios en becerros es multifactorial, con diferentes agentes microbiológicos (bacterias, virus, micoplasma) actuando como patógenos iniciadores factores exacerbantes y complicados en sinergia con otros factores mayormente relacionados con el ambiente (Virtala *et al.*, 1999; Arcangioli, *et al.*, 2008; Radaelli *et al.*, 2008).

Los principales signos de la enfermedad incluyen descargas nasales, tos, fiebre, dificultad para respirar, inapetencia y depresión. Los signos pueden variar en la forma subclínica y severa, hasta provocar la muerte de la becerria. La mortalidad y el costo del tratamiento implican pérdidas económicas debido a la disminución en la tasa de crecimiento de las becerras comparado con aquellas que están clínicamente sanas (Snowder *et al.*, 2006).

La atención hacia la detección de las enfermedades respiratorias es mas complicada en los hatos de gran tamaño a comparación de los hatos pequeños, permitiendo la propagación de patógenos hacia las demás becerras (Lundborg *et al.*, 2005; Norström *et al.*, 2000; Svensson y Liberg, 2006).

La estación del año juega un rol importante en la aparición de las enfermedades respiratorias, las becerras criadas en durante la temporada de verano, tiene menores riesgos a padecer problemas respiratorios a comparación con aquellas criadas en época de invierno. La aparición de becerras con presencia de descarga nasal y signos de neumonía postmortem son más comunes durante la época de invierno (Lago *et al.*, 2006; Brscic *et al.*, 2012).

Cuando el agua es constantemente disponible, las becerras juegan con el agua, desperdiciando y mojando el suelo de su jaula (Brscic *et al.*, 2012). Las becerras que se exponen a ambientes húmedos y fríos son mas propensas a contraer problemas respiratorios (Diesel *et al.*, 1991).

Otros factores extrínsecos que están relacionados con las enfermedades respiratorias en explotaciones intensivas son; espacio insuficiente para el animal, la

sobrepoblación, temperatura del aire inadecuada, cambios drásticos de temperatura, humedades altas, aire polvoso y grandes concentraciones de amoníaco (Lundborg *et al.*, 2005).

Cuando la tasa de ventilación aumenta mejora efectivamente la higiene del aire en las jaulas, pero frentes sólidos, paneles traseros dan como resultado al transporte de bacterias dentro de la jaula. esto incrementa la prevalencia de los problemas respiratorios. Las barreras solidas son recomendadas a los lados de las jaulas para evitar el contacto directo entre becerras (Lago *et al.*, 2006).

La cantidad de leche y el alimento iniciador que se provee durante el periodo de lactancia, el cual tiene un relevante riesgo hacia la aparición de factores gastrointestinales, no tiene ningún efecto sobre los problemas respiratorio (Brscic *et al.*, 2011).

Un adecuado programa de manejo que se centre en el desarrollo de un sistema inmune vigoroso a través de una adecuada transferencia de inmunidad pasiva, una suplementación de energía y proteína adecuada, buenas practicas de bioseguridad y un programa de vacunación han ayudado a prevenir los problemas dentro de algunos rebaños (Lago *et al.*, 2006).

2.8. Costo de reemplazo.

Es importante para los productores lecheros entender los costos involucrados en la crianza de vaquillas lecheras de reemplazo tanto en establos que quieren criar sus propios animales, como aquellos que buscan contratar criadores. En ambos casos, para hacer un mejor trabajo o permitir que alguien más realice la crianza, se deben

conocer los costos actuales para predecir los costos en el futuro (González *et al.*, 2019)

El costo económico de la cría de una vaquilla hasta los 24 meses varía según a explotación. Al parir después de esa edad, se pierde dinero diariamente en alimento, reemplazos y producción durante la vida útil de la vaca. Por este motivo, la reducción de la edad del parto de estos animales puede tener un impacto positivo sobre la rentabilidad. Sin embargo, deben crecer a un ritmo óptimo para impedir problemas al parto y asegurar que la primera lactancia sea optima (Schingoethe y García, 2001)

Los costos de alimentación en la lactancia de las becerras oscilan entre 1,056.00 hasta 1,800.00 pesos por becerras en la lactancia pueden variar dependiendo de los días en lactancia y la concentración de sólidos que se suministre a los animales (González *et al.*, 2017). Kertz (2009) menciona que el costo de alimentación durante la lactancia se encuentra entre 1,098.00 a 1,980.00 pesos. Heinrich *et al.*, (2013) observo costos que oscilan entre 760.00 hasta 2,000.00 pesos por concepto de alimentación en establos de Pennsylvania, en Estados Unidos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del sitio experimental.

El estudio se desarrolló del 01 de junio al 08 de agosto de 2021, 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).

3.2. Descripción de los animales del estudio.

Para observar el efecto del desarrollo productivo, se seleccionaron 40 becerras de raza Holstein, las cuales fueron separadas de la madre al momento del nacimiento y alojadas de forma individual en jaulas de madera anticipadamente desinfectadas. Los tratamientos serán T1= una toma de leche al día, T2= dos tomas de leche al día. En ambos grupos se suministró el 10% de peso vivo de calostro durante las primeras dos horas de vida y una segunda toma ocho horas después de la primera toma.

Las becerras del grupo T1 recibieron un total de 374 litros de leche entera pasteurizada; ofrecida solo una toma por la mañana a 7:00 h a una temperatura de 39-40° C: esta se ofreció hasta el destete, el cual se realiza a los 59 días (Cuadro 1).

Cuadro 1. Programa de alimentación T=1: (1 toma de leche al día).

	Rango en días	Litros leche
1	14	4
15	20	6
21	50	8
51	55	6
56	58	4
59	60	0

Las becerras del grupo T2 recibieron un total de 374 litros de leche entera pasteurizada; ofrecida por la mañana 7:00 h y por la tarde 14:00 h, a una temperatura de 39-40°C; esta se ofreció hasta el destete, el cual se realiza al día 58 (Cuadro 2).

Cuadro 2. Programa alimentación T=2 (2 tomas de leche al día).

	Rango en días	Litros (am)	Litros (pm)
1	7	3	3
8	40	4	4
41	57	2	2
58	60	0	0

Se evaluó la proteína sérica por medio de refractometría, tomando una muestra sanguínea con tubos vacutainer entre 12-24 horas después de la primera toma de calostro, la muestra se dejará reposar a temperatura ambiente. La lectura en un

refractómetro (Vet 360, Reichert Inc®) del suero (g/dL de proteína sérica) se empleó como variable de la transferencia de inmunidad pasiva hacia las becerras. Los resultados obtenidos fueron clasificados en tres grupos: transferencia incompleta \leq 5.3 g/dL, transferencia regular 5.4-5.7, transferencia exitosa \geq 5.8 g/dL.

3.3. Variables analizadas

Las variables que se consideraron para evaluar el desarrollo y la supervivencia fueron: peso y altura a la cruz al nacimiento y al destete que fue a los 59 días de vida en T1 y 58 días de vida en T2.

Las enfermedades que se registraron para monitorear la morbilidad y mortalidad de las becerras fueron diarrea y problemas respiratorios. Las crías con heces normales fueron consideradas sanas y becerras con heces de consistencia semi-pastosa a líquida fueron consideradas crías enfermas. Con relación a la clasificación de problemas respiratorios las crías con secreción nasal, lagrimeo, tos y elevación de la temperatura superior a 39.5°C se registró como cría enferma, si no presentaba lo anterior se consideró cría sana.

El agua estaba disponible al libre acceso a partir del día 1 de nacimiento. Se ofreció concentrado iniciador premium 450 Nuplen® (Cuadro 3), suministrado diariamente por la mañana a partir del día 1. Para determinar el consumo de alimento se utilizó una báscula digital (Trupper®), el consumo de alimento se midió a partir del día 1 de vida hasta el destete de las becerras.

Cuadro 3. Análisis bromatológico del iniciador utilizado en la alimentación de las becerras.

Humedad	max	12.00%
Proteína cruda	min	21.50%
Fibra cruda	max	7.00%
Grasa cruda	min	2.50%
Cenizas	max	9.00%
E.L.N.	Min	48.00%

3.4. 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 ejecutaron utilizando el paquete estadístico de Olivares-Sáenz (2012).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los resultados obtenidos en el presente estudio para evaluar el desarrollo de la becerro (Cuadro 4) no existieron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre las variables evaluadas.

Estos valores difieren de los observados por Florentino (2015), reporta ganancias de peso diario de 0.500 y 0.587 kg en becerros alimentadas con leche pasteurizada (6 y 5 L) respectivamente durante 50 días de vida de las crías, así como De la Cruz (2015) quien reporta en su estudio un promedio de 0.616, 0.497 y 0.581kg de ganancia de peso diario en becerros alimentadas con leche pasteurizada (6 L) y destetadas a los 57 días; los valores se observan inferiores a los del presente estudio.

Cuadro 4. Desarrollo de becerros lecheras Holstein bajo diferente sistema de alimentación con leche entera.

variables	T=1 (1 toma)	T=2 (2 tomas)
Peso al nacimiento	35	36
Peso al destete	63	66
Ganancia de peso total	28	30
Ganancia diaria de peso	0.467	0.498
Altura al nacimiento	73	75
Altura 30 días	81	84
Altura al destete	87	89
Ganancia total de altura	14	14

De acuerdo con las tablas de crecimiento de vaquillas lecheras elaboradas por la Universidad de Pensilvania las becerras a los 30 días de edad deben de pesar 53 kg de peso y a la edad de 60 días estas deben de pesar 73 kg y tener una estatura entre 91-100 cm de altura. Comparados con los resultados obtenidos (Cuadros 5 y 6) estos quedaron por debajo de las medidas recomendadas por dicha universidad

Cuadro 5 . Peso de becerras lecheras Holstein pesadas cada 10 días bajo diferente sistema de alimentación con leche entera.

Variable	T=1 (1 toma)	T=2 (2 tomas)
Peso nacimiento (kg)	35	36
Peso 10 días (kg)	38	41
Peso 20 días (kg)	43	44
Peso 30 días (kg)	48	50
Peso 40 días (kg)	54	56
Peso 50 días (kg)	60	62
Peso 60 días (kg)	63	66
Ganancia de peso total	28	30
Ganancia diaria de peso	0.467	0.498

Por tanto, para la industria lechera, no sólo es deseable obtener reemplazos, también es deseable que se exprese el potencial productivo de éstos y así, incrementar la rentabilidad de la inversión que se realizó. La cantidad de leche

producida a lo largo de la vida de una vaca, depende principalmente de la genética, nutrición, estado de salud, número de partos, manejo y el patrón de crecimiento de las becerras (Rodríguez *et al.*, 2012).

Cuadro 6. Altura de becerras lecheras Holstein medidas cada 10 días bajo diferente sistema de alimentación con leche entera.

Variables	T=1 (1 toma)	T=2 (2 tomas)
Altura al nacimiento (cm)	73	75
Altura 10 días (cm)	75	77
Altura 20 días (cm)	78	81
Altura 30 días (cm)	81	84
Altura 40 días (cm)	82	85
Altura 50 días (cm)	85	87
Altura 60 días (cm)	87	89
Ganancia total de altura (cm)	14	14

En relación a los resultados obtenidos para la transferencia de inmunidad pasiva en el presente estudio (Figura 1), el 67.5% de las becerras en ambos tratamientos obtuvieron una transferencia de inmunidad exitosa, el 10% una transferencia de inmunidad regular, el 22% obtuvo una falla en la transferencia de inmunidad.

La transferencia de inmunidad pasiva en becerras debe ocurrir por ingestión de calostro, ya que el tipo de placentación bovina evita la transferencia de inmunoglobulinas de la madre al feto (Elizondo, 2007). La calidad del calostro tiene relación con la concentración de Ig; es decir, a mayor cantidad de Ig, será mayor la

calidad del calostro En el calostro se encuentran principalmente 3 tipos de Ig, a saber: G, M y A. Las IgG, IgA e IgM contabilizan aproximadamente el 85%, 5%, 7% del total de Ig en el calostro (Larson *et al.*, 1980; Gonzalez *et al.*, 2012).

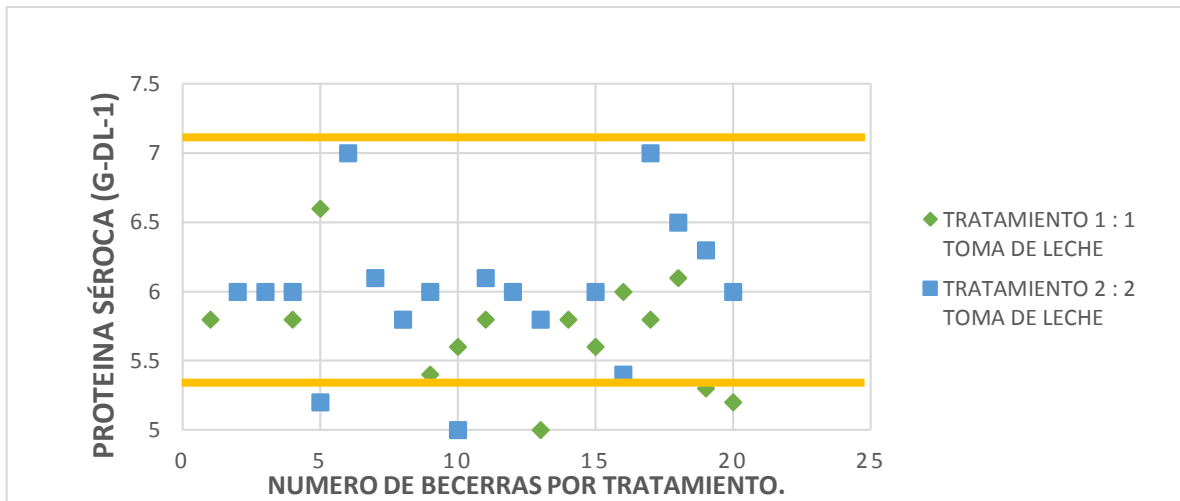


Figura 1. Proteína sérica en suero sanguíneo de becerras lactantes bajo diferente sistema de alimentación con leche entera.

La transferencia de inmunidad pasiva a través del calostro materno es primordial para la salud y supervivencia de las becerras en las primeras semanas de vida. Para lograr con éxito la transferencia pasiva de Ig, la becerro debe consumir una concentración suficiente de Ig del calostro de primera calidad por tiempo limitado después del nacimiento (Godden, 2008).

La falla en la transferencia pasiva de inmunidad ocurre cuando la becerro no absorbe una adecuada cantidad de Ig. Sin embargo, incluso las becerras que recibieron su alimentación temprana con gran cantidad de calostro y alta concentración de Ig tienen considerable variabilidad en los niveles de transferencia pasiva (Haines y Godden, 2011). Cuando la becerro presenta fallas en la

transferencia de inmunidad pasiva, están más susceptibles a enfermarse o morir dentro de los primeros meses de vida (Coleen y Heirinch, 2011).

En los resultados obtenidos para la incidencia de enfermedades en las becerras (Cuadro 7) se observó que en el T=2 fueron más afectadas a comparación del T=1. Según Khan et al., (2007), la ocurrencia de diarrea es más alta durante la 3-4 semana de edad en aquellas becerras alimentadas con programas convencionales de leche, pero en este experimento la incidencia de diarreas ocurrió durante la primera semana de vida.

Cuadro 7. Mortalidad y morbilidad con eventos de enfermedad en becerras lecheras Holstein bajo diferente sistema de alimentación con leche entera.

Variable	T=1		T=2	
Total de becerras del estudio	20	100%	20	100%
Becerras con evento de diarrea	17	85%	12	60%
Becerras con evento agitadas + Diarrea	0	0%	1	5%
Becerras con evento de diarrea + neumonía	2	10%	5	25%
Becerras con evento de agitada + diarrea + neumonía	0	0.0%	2	10%
Total de becerras enfermas	19	95%	20	
Total de becerras muertas	3	15%	1	
Promedio de días a diarrea	7.79		7.77	
Promedio de días neumonía	19		49.6	
Promedio de días en tratamiento	3.88		3.56	
Mínimo de días de tratamiento	3		3	
Máximo de días de tratamiento	6		7	

Delgado et al., (2018), realizaron un estudio para determinar la prevalencia de los principales enteropatógenos causantes de diarrea en becerras Holstein en la Comarca Lagunera, México. Demostrando que el 60% de las becerras testeadas presentaron una diarrea provocada por más de un enteropatógeno. Los principales patógenos encontrados durante las primeras 2 semanas fueron *Cryptosporidium spp* y Rotavirus. Por otro lado, Reyes (2019) realizó un estudio observacional en una población de 510 becerras Holstein en lactancia donde reportó 84% de morbilidad y 28 % de mortalidad en becerras con problemas de diarrea + neumonía. resultados que están por encima de los obtenidos en el presente estudio.

La enfermedad respiratoria es la segunda causa de muerte (diarrea es la primera) en las terneras lecheras no destetadas. Los problemas respiratorios han aumentado en un 34 % en los últimos 20 años, causando cerca de 21 % de la mortandad de los terneros. Las terneras que sobreviven continúan con un desempeño pobre al convertirse en vacas adultas (García y Daly, 2010)

Con relación a los costos de tratamientos y morbilidad en el presente estudio, la tasa de mortalidad en T=1 fue más elevada que en el T=2, al igual que el costo de tratamiento por becerro (Cuadro 8). Así como también el costo de tratamiento tuvo una diferencia del 141.68% con relación al T2. Desde la perspectiva económica el T1 es de costos más elevados que el T2.

Cuadro 8. Costo de tratamientos y mortalidad en becerras Holstein bajo diferente sistema de alimentación con leche entera.

Eventos	T=1	\$ total de tratamientos	T=2	\$ total de tratamientos
Total de becerras con evento de diarrea	17	\$1,365.60	12	\$725.68
Mortalidad	3	\$18,000.00	0	
Total de becerras con evento de agitada + diarrea	0	-	1	\$105.89
Mortalidad	0	-	0	-
Total de becerras con evento de diarrea + neumonía	2	\$392.46	5	\$1,030.37
Mortalidad	0	-	1	\$6,000.00
Total de becerras con evento de agitadas + diarrea + agitadas	0	-	2	\$313.36
Mortalidad	0	-	0	-
Total en Tratamientos \$		1,758.06		2,175.30
Total \$		19,758.06		8,175.30
Diferencia en % en relación con el grupo testigo		141.68%		-

Respecto al consumo de alimento iniciador en el presente estudio, el primer mes de vida fue de 0.096 kg/d para el T1 y de 0.074 kg/d en él T=2. Para el segundo mes de vida es de 0.412 kg/d para el T1 y 0.419 kg/d para el T2 son promedios de consumo respectivamente. Siendo estos resultados más altos que los obtenidos por Sliper *et al.*, (2014) que ofreciendo programas de alimentación con 240, 298 y 360 L de leche durante lactancia obtuvieron consumos de iniciador de 0.065 kg/d el primer mes de vida y terminando con 0.386 kg/d. En el presente experimento se ofreció un total de 374 L por becerro/lactancia.

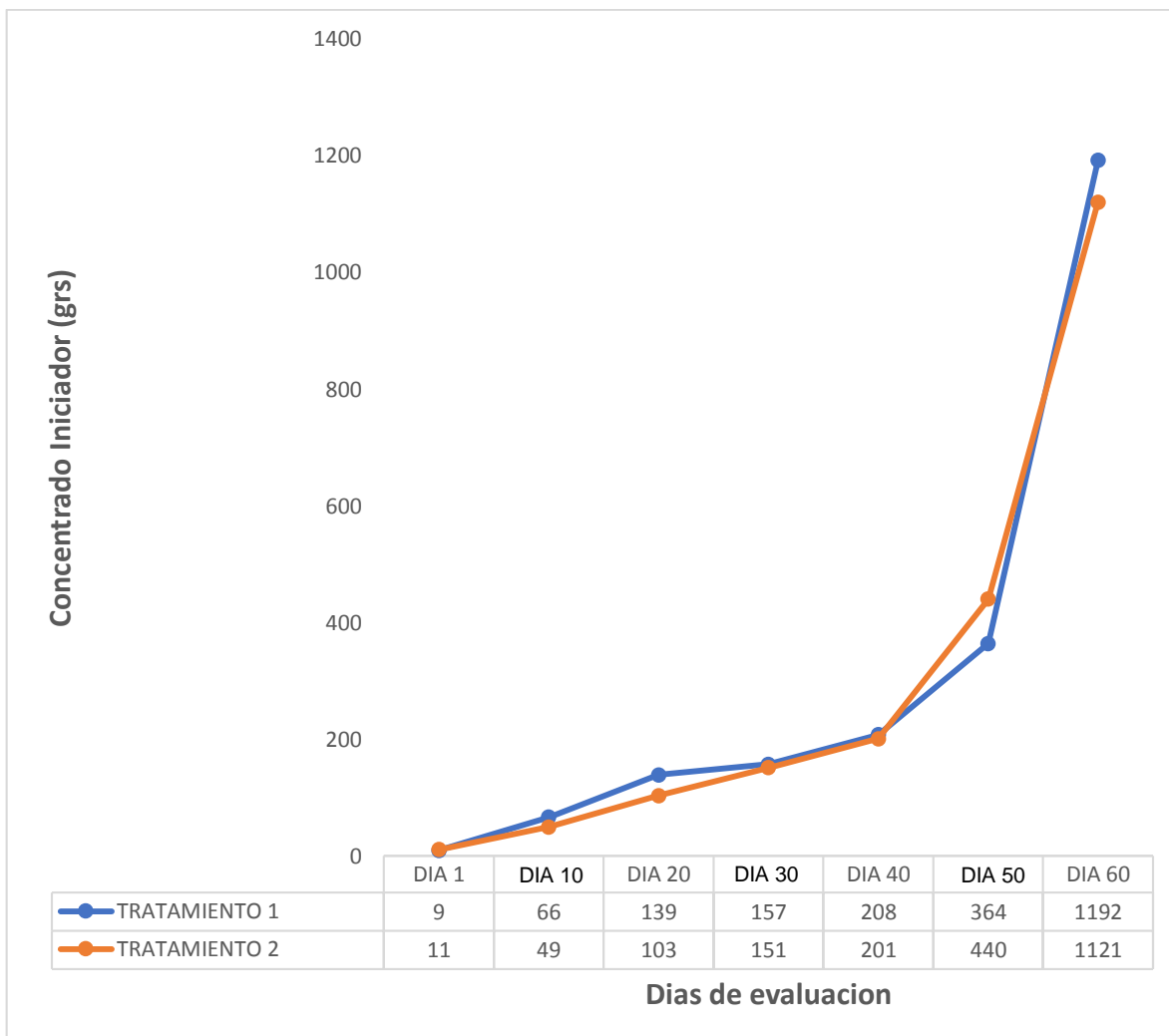


Figura 2. Promedio de consumo de iniciador cada 10 días por grupo.

Favela (2015), reporta consumos promedios durante los últimos tres días de 0.691 hasta 0.958 de concentrado en becerras alimentadas con sustituto de leche en un periodo de 45 días de lactancia, siendo estos inferiores a los obtenidos en el presente estudio. Gonzales *et al.*, (2014) obtuvo consumos de 1.200 g/d durante los tres últimos días, en becerras alimentadas con 6 L de leche por un promedio de 50 días muy parecidos a los obtenidos en este estudio.

El costo de alimentación T1 tuvo una diferencia del 7.29% con relación al grupo T2 (Cuadro 9). El costo económico de la cría de una vaquilla hasta los 24 meses varía entre distintas explotaciones. Si paren después de esa edad, se pierde dinero diariamente en alimento, reemplazos y producción durante la vida útil de la vaca. Por este motivo, la reducción de la edad del parto de estos animales puede tener un impacto positivo sobre la rentabilidad. Sin embargo, deben crecer a un ritmo óptimo para impedir problemas al parto y asegurar que la primera lactancia sea óptima (Schingoethe y García, 2007). Estos costos varían de establo a establo y pueden tener diferencias extremas debido a los variables niveles de manejo.

Los costos en reemplazos lecheros están afectados por una variedad de situaciones. Los establos con altos niveles de morbilidad y de mortalidad han elevado los costos por las mismas. El lento crecimiento de vaquillas en etapas tempranas de vida también es costoso ya que se requieren más nutrientes en etapas posteriores del desarrollo de la vaquilla, aumenta la edad al parto, o reduce el peso corporal vivo al parto. Todos estos son detrimentos a la economía general por vaquillas (Heinrichs *et al.*, 2010).

Los costos de alimentación en la lactancia de las becerras oscilan entre 1,056.00 hasta 1,800.00 pesos por becerro en la lactancia pueden variar dependiendo de los días en lactancia y la concentración de sólidos que se suministre a los animales (González *et al.*, 2017). Kertz (2009) menciona que el costo de alimentación durante la lactancia se encuentra entre 1,098.00 a 1,980.00 pesos. Heinrich *et al.*, (2013) observo costos que oscilan entre 760.00 hasta 2,000.00 pesos por concepto de

alimentación en establos de Pennsylvania, en Estados Unidos. Todos estos por debajo a los costos obtenidos en el presente estudio.

Cuadro 9. Costo integrado en beceras Holstein bajo diferente sistema de alimentación con leche entera.

Variable	Tratamientos	
	T=1	T=2
Consumo de leche beceras/lactancia (L)	374	374
Costo leche/beceras/lactancia \$	2,431.00	2,431.00
Promedio de consumo del concentrado iniciador/beceras/lactancia (kg)	15.63	15.20
Costo de concentrado iniciador \$ (kg)	8.50	8.50
Costo concentrado/beceras/lactancia \$	132.85	129.20
Costo alimentación leche/concentrado/aditivo/ beceras/lactancia \$	2,563.85	2,560.20
Costo integrado por kg ganado \$	91.56	85.34
Diferencia en % con relación al grupo testigo	7.29	

5. CONCLUSIONES.

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio se observó que no existe diferencia estadística significativa en el desarrollo de las becerras bajo los diferentes sistemas de alimentación. El sistema de alimentación a una toma de leche en becerras lactantes es económicamente más costoso que alimentar a dos tomas de leche. Además, la mortalidad de las becerras alimentadas a una sola toma resulto más elevada que en la becerro de dos tomas de leche. Se recomienda continuar con los estudios para observar el comportamiento pos destete de los animales.

6. LITERATURA CITADA

- Agerholms, J. S., Basse, A. y Krogh, H. V. 1993. Abortion and calf mortality in Danish cattle herds. *Acta Vet Scand.* 34:371-7.
- Albright, L. L., y Arave, C. W. 1997. *The behaviour of cattle.* CABInternational, Wallingford, UK.
- Arcagioli, M. A., Duet, A., Meyer, A., Dernburg, G., Bézille, A., Poumarat, P. y Le G. D. F. 2008. The role of *Mycoplasma bovis* in bovine respiratory disease outbreaks in veal calf feedlots. *Vet. J.* 177:89-93.
- Azevedo, R.A., Machado, F.S., Campos, M.M., Furini, P.M., Rufino, S.R.A., Pereira, L.G.R., Tomich, T.R. y Coelho. The effects of increasing amount of mil replacer poder added to whole milk on feed intake and performance in dairy heifer. *J. Dairy Sci.*99:1-10.
- Bach, A., Ahedo, J. y Kertz, A. 2008. Using growth monitoring in heifer management and research. *J. Dairy Sci.* 91:602.
- Barrington, G.M., Gay, J.M. y Evermann, J.F. 2002. Biosecurity for neonatal gastrointestinal diseases. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 18(1):7-34.
- Bartels, C.J.M., Holzhauser, M., Jorritsma, R., Swart, W.A.J.M. y Lam, T.J.G.M. 2010. Prevalence, prediction and risk factors of enteropathogens in normal and non-normal faeces of young Dutch dairy calves. *Preventive Veterinary Medicine.* 93:162-169.

- Blanco, O.M.A. 2007. Alimentación de becerras para lactancia. Memorias del Curso. Produccion de becerras y vaquillas lecheras. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM.
- Blum, J.W. y Baumrucker, C.R. 2008. Insulin-like growth factors (IGFs), IGF binding proteins, and other endocrine factors in milk: Role in the newborn. In: Bösze Z, editor. Bioactive components of milk. New York: Springer. 397-422.
- Brscic, M., Heutinck, L. F.M., Wolthuis-Fillerup, M., Stockhofe, N., Engel, B., Visser, E. K., Gottardo, F., Bokkers, E.A.M., Lensink, B.J., Cozzi, G. y Van Reenen, C.G. 2011. Prevalence of gastrointestinal disorders recorded at postmortem inspection in white veal calves and associated risk factors. J. Dairy Sci. 94:853-863.
- Brscic, M., Lerusten, H., Heutinck, L.F.M., Bokkers, E.A.M., Wolthuis-Fillerup, M., Stockhofe, N., Gottardo, F., Lensink, B.J., Cozzi, G. y Van Reenen, C.G. 2012. Prevalence of respiratory disorders in veal calves and potential risk factors. J. Dairy Sci. 95:2753-2764.
- Castro-Flores, P. y Elizondo Salazar, J.A. 2012. Crecimiento y desarrollo ruminal en terneros alimentados con iniciador sometió a diferentes procesos. Agronomía Mesoamericana 23(2):343-352.
- Cho, Y. I. y Yoon, K.J. 2014. An overview of calf diarrhea- infectious etiology, diagnosis, and intervention. J. Vet. Sci. 15(1):1-17.
- Coleen, J. y Heinrichs, 2011. Colostrum supplements and replacer. Pennstate. College of Agricultural Sciences. DAS 2011-128.

- Coverdale, J., Tyler, H., Quigley, J. y Brumm, J. 2004. Effect of various levels of forage and form of diet on rumen development and growth in calves. *J Dairy Sci.* 87:2554-2562.
- Das, S.M., Redbo, I. y Wiktorsson, H. 2000. Effect of age of calf on suckling behaviour and other behavioural activities of Zebu and crossbred calves during restricted suckling periods, *Appl. Anim. Behav. Sci.* 67:47-57.
- Davis, C.L. y Drackley, J.K. 1998. The development, nutrition, and management of the young calf. 1st edition. Ames (IA): Iowa State University Press. 179-206.
- de Passillé, A. M. B. P., G. Marnet, H. Lapierre, y J. Rushen. 2008. Effects of twice-daily nursing on milk ejection and milk yield during nursing and milking in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91:1416–1422.
- Delgado Gonzalez, R.A., Meza Herrera, V.H., Gonzalez Alvarez, A.S., Alvarado Espino, V., Contreras Villareal, L.R., Gaytan Aleman, L.R., Arellano Rodriguez, G. y Velis Deras, F.G. 2018. Enteropathogens in Holstein calves with diarrhea during the first five weeks of age in Mexico. *Indian J. Anim. Res.*
- Diesel, D.A., Lebel, J.L y Tucker, A. 1991. Pulmonary particle deposition and airway mucociliary clearance in cold-exposed calves. *Am.J.Vet Res.* 52:1665-1671.
- Donovan, G.A., Dohoo, I.R. y Montgomery, D.M. 1998. Calf and disease factors affecting growth in female Holstein calves in Florida, USA. *Prev Vet Med.* 8:141-56.
- Elfstrand, L., Lindmark-Månsson, H. y Paulsson, M. 2002. Immunoglobulins, growth factors and growth hormone in bovine colostrum and the effects of processing. *Int Dairy J.* 12:879-87.

- Elizondo, J.A. 2007. Alimentación y manejo del calostro en el ganado de leche. *Agronomía Mesoamericana*. 18(2):271-281.
- Elizondo Salazar, J. 2006. Desarrollo del rumen en terneras lecheras. *ECAG- Informa*. 38:29-32.
- Ellingsen, K., Mejdell, C.M., Ottesen, N., Larsen, S. y Grøndahl. 2016. The effect of large milk meals on digestive physiology and behaviour in dairy calves. *Physiology & Behavior* 154:169-174.
- Favela, E.N. 2015. Efecto del selenio y vitamina B12 sobre el desarrollo y supervivencia de becerras lecheras Holstein Frisian. Tesis Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón Coahuila, México.
- Foley, J.A. y Otterby, D.E. 1978. Availability, storage, treatment, composition and feeding value of surplus colostrum: A review. *J Dairy Sci*. 63:665-71.
- Furman-Fratczak, K., Rzasa, A. y Stefaniak, T. 2011. The influence of colostrum immunoglobulin concentration in heifer calves' serum on their health and growth. *J. Dairy Sci*. 94:5536-5543.
- Garcia, A. D. y Daly, A. R. 2010. Enfermedad respiratoria en los terneros lecheros, como prevenirla. *Dairy Science Publication Database*. Paper 1009.
- Garnsworthy, P. 2005. Modern calves and heifers: Challenges for rearing systems. In Garnsworthy, P. ed. *Calf and heifer rearing*. Nottingham University Press. p1-12.
- Godden, S. 2008. Colostrum management for dairy. *Vet. Clin. Food Anim*. 24:19-39.

- González Avalos, R., González Avalos, J., Peña Revuelta, B.P., Moreno Reséndiz, A. y Reyes Carrillo, J.L. 2017. Análisis de costo de alimentación y desarrollo de becerras de reemplazo lactantes. *Revista Mexicana de Agronegocios XXI* (40):561-569.
- González Avalos, R., Peña Revuelta, B.P., Rodríguez Dimas, N., Ávila Cisneros, R. y González Avalos, J. 2019. Costo de alimentación en becerras Holstein suministrando leche entera adicionada con extracto de plantas medicinales. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 45:339-354
- Gonzalez, A. R., Rodriguez Hernandez, K., y Nuñez Hernandez, G. 2012. Comportamiento productivo de becerras lecheras Holstein alimentadas con calostro pasteurizado. *Agrofaz* 12(4).
- González, A.R., Perez R., E., Gonzalez A., J., Ramos A., J.F., Florentino B., G., De la Cruz A., Peña R., B.P. y Nuñez G., L.E. 2014. Consumo de concentrado iniciador en becerras lecheras sometidas a diferentes sistemas de alimentación líquida. *Memoria de la XXVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED*. Gómez Palacio, Durango, México.
- Haines, D.M., y Godden, S.M. 2011. Short communication: improving passive transfer of immunoglobulins in calves. III. Efecto de artificial mothering. *J. Dairy Sci.* 94:1536-1539.
- Hammon, H.M, Steinhoff-wagner, J. y Flor, J. 2013. Lactation biology symposium: role of colostrum components on glucosa metabolism in neonatal calves. *J Anim Sci.* 91:685-95.

- Heinrichs, A. J., Zanton G. I. y Lascano G. J. 2010. Nutritional Strategies for Replacement Dairy Heifers: Using high concentrate rations to improve feed efficiency and reduce manure production. Proceedings 21ST Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium. Gainesville, Florida.
- Heinrichs, A.J., Jones, C.M., Gray, S.M., Heinrich, P.A., Cornelisse, A. y Goodling, R.C. 2013. Identifying efficient dairy heifer producers using production costs and data envelopment analysis. *Journal of Dairy Science*. 96:7355-7362.
- Hepola, H.P., Hänninen, L.T., Raussi, S.M., Pursiainen, P.A., Aarnikoivu, A.M y Saloniemi, H.S. 2008. Effects of providing water from a bucket or a nipple on the performance and behavior of calves fed ad libitum volumes of acidified milk replacer. *J.dairy Sci*.91:1486-1496.
- Hill, T.M., Bateman II, H.G., Aldrich, J.M., PAS y Schlotterbeck, R.L.2012.Methods of reducing milk replacer to prepare dairy calves for weaning when large amounts of milk replacer have been fed. *The Professional Animal Scientist* 28:332-337.
- Jasper, J., y D. M. Weary. 2002. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. *J. Dairy Sci*. 85:3054–3058.
- Kertz, F.A. 2009. El destete precoz es la mejor forma de reducir los costos de crianza de becerras. *Hoard's Dairyman en Español*. 384-385
- Khan, M. A., H. J. Lee, W. S. Lee, H. S. Kim, S. B. Kim, K. S. Ki, J. K. Ha, H. G. Lee, y Y. J. Choi. 2007. Pre- and postweaning performance of Holstein female

- calves fed milk through step-down and conventional methods. *J. Dairy Sci.* 90:876–885.
- Khan, M. A., Lee, H. J., Lee, W. S., Kim, H. S., Kim, S. B., Park, S. B., Baek, K. S., Ha, J. K. y Choi, Y. J. 2008. Starch source evaluation in calf starter: II. Ruminant parameters, rumen development, nutrient digestibilities, and nitrogen utilization in Holstein calves. *J. Dairy Sci.* 91:1140–1149.
- Khan, M.A., Bach, A., Weary, D.M. y von Keyserlink, M.A.G.2016. Invited review: transitioning from milk to solid feed in dairy heifers. *J. Dairy Sci.*99:1-18.
- Khan, M.A., Weary, D.M y von Keyserlingk, M.A.G.2011. INVITED review: effects of milk ration on solid feed intake, and performance in dairy heifers. *J. Dairy Sci.*94:1071-1081.
- Kohoe, H. y Heinrich, T. 2008. Rehidratacion en terneros. *Rev Invest Vet. Lima, Peru.* 89:97-102.
- Lago, A., McGuirk, S.M., Bennett, T.B., Cook, N.B. y Nordlund, K.V. 2006. Calf respiratory disease and pen microenvironments in naturally ventilated calf barns in Winter. *J. Dairy Sci.* 89:4014-4025.
- Larson, B.L., Heary, H.L. y Devery, J. E.. 1980. Immunoglobulin production and transport by the mammary gland. *J. Dairy Sci.* 63:665-671.
- Larson, B.L., Heary, H.L. Jr. y Devery, J.E. 1980. Immunoglobulin production and transport by the mammary gland. *J Dairy Sci.* 63:665-71

- Lundborg, G.K., Svensson, E.C. y Oltenacu, P.A. 2005. Herd-level risk factors for infectious diseases in Swedish dairy calves aged 0-90 days. *Prev. Vet. Med.* 68:123-143.
- McGuirk, S. M. 2008. Disease Management of Dairy Calves and Heifers. *Vet Clin Food Anim* 24:139-153.
- Moreno, M. y Leon, V. 2009. Evaluación de tres niveles energéticos con jabón calcico en el crecimiento y condición corporal en terneras fierro Holstein Friesian. Tesis. Ing. Agr. Tumbaco, Pichincha. Ecuador. pp 26-35.
- National Research Council. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- Nielsen, P. P., M. B. Jensen, y L. Lidfors. 2008. Milk allowance and weaning method affect the use of a computer controlled milk feeder and the development of cross-sucking in dairy calves. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 109:223–237.
- Nocek, J. y Kesler, E. 1980. Growth and rumen characteristics of Holstein steers fed pelleted or conventional diets. *J. Dairy Sci.* 63:249:254.
- Norström, M., Skjerve, E. y Jarp, J. 2000. Risk factors for epidemic respiratory disease in Norwegian cattle herds, *Prev. Vet. Med.* 44:87-96.
- Pakkanen, R. y Aalto, J. 1997. Growth factors and antimicrobial factors of bovine colostrum. *Int Dairy J.* 7:285-97.

- Przybylska, J., Albera, E. y Kankofer, M. 2007. Antioxidants in bovine colostrum. *Reprod Domest Anim.* 42:402-9.
- Radaelli, E., Luini, M., Loria, G.R., Nicholas, R.A.J. y Scanziani, E. 2008. Bacteriological, serological, pathological and immunohistochemical studies of *Mycoplasma bovis* respiratory infection in veal calves and adult cattle at slaughter. *Res. Vet. Sci.* 85:282-290
- Reinhardt, V. y Reinhardt, A. 1981. Cohesive relationships in a cattle herd. *Behaviour.* 77:121-151.
- Reyes, A. 2019. Morbilidad de diarreas en becerras lecheras y su efecto en su desarrollo. Tesis de licenciatura. Universidad autónoma agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila.
- Rocha Valdez, J., González Avalos, R., Ávila Cisneros, R., Peña Revuelta, B. y Reyes Romero, A. 2019. Impacto económico de la mortalidad y morbilidad por enfermedades en becerras lecheras. *Abanico Veterinario.* 2448-6132.
- Rodríguez, H. K., Núñez, G. H., González A., R., Ochoa M., E. y Sánchez I., D. J. 2012. Factores críticos del proceso de crianza que afectan la edad al primer parto en establos de la Región Lagunera. *AGROFAZ.* Vol. 12. Núm. 4.
- Schingoethe, D.J. y Garcia, A. 2001. Feeding and managing dairy calves and heifers. ExEx4020. South Dakota State University.
- Schingoethe, D. y García A. 2007. Alimentación y manejo de becerras y novillas lecheras. Albéitar. Publicación veterinaria independiente. 110. pp. 6-9.

- Sivula, N.J., Ames, T.R. y Marsh, W.E. 1996. Descriptive epidemiology of morbidity and mortality in Minnesota dairy heifer calves. *Prev Vet Med* 27:155-71.
- Sivula, N.J., Ames, T.R. y Marsh, W.E. 1996. Descriptive epidemiology of morbidity and mortality in Minnesota dairy heifer calves. *Prev. Vet Med.* 27:155-71.
- Sjaastad, Ø.V., Hove, K. y Sand, O. 2010. *Physiology of domestic animals*. 2nd ed. Scandinavian Veterinary Press, Oslo.
- Sliper, B.F., Lana, A.M.Q., Carvalho, A.U., Ferreira, C.S., Franzoni, A.P.S., Lima, J.A.M., Saturnino, H.M., Reis, R.B. y Coelho, S.G. 2014. Effect of milk replacer feeding strategies on performance, ruminal development, and metabolism of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 97:1016-1025.
- Snowder, G.D., Van Vleck, L.D., Cundiff, L.V. y Bennett, G.L. 2006. Bovine respiratory disease in feedlot cattle: Environmental, genetic, and economic factors. *J. Anim Sci.* 84:1999-2008.
- Suarez, B., Van Reenen, C., Stockhofe, N., Dijkstra, J. y Gerrits, W. 2007. Effect of roughage source and roughage to concentrate ratio on animal performance and rumen development in veal calves. *J. Dairy Sci.* 90:2390-2403.
- Svensson, C., Linder, A. y Olsson, S.O. 2006. Mortality in Swedish dairy calves and replacement heifers. *J. Dairy Sci.* 89:4769-4777.
- Svensson, C., Linder, A. y Olsson, S.O., 2006. Mortality in Swedish dairy calves and replacement heifers. *J. Dairy Sci.* 89:4769-77.

- Sweeney, B. C., J. P. Rushen, D. M. Weary, y A. M. B. de Passillé. 2010. Duration of weaning, starter intake, and weight gain of dairy calves fed large amounts of milk. *J. Dairy Sci.* 93:148–152.
- Urie, N.J., Lombard, J.E. y Shivley, C.B. 2018. Preweaned heifer management on US dairy operations: Part V. Factors associated with morbidity and mortality in preweaned dairy heifer calves. *J Dairy Sci.* 101:9229-44
- USDA. 2002. Part I: Reference of dairy health and management in the United States. USDA:APHIS: VS, CEAH, National Animal Health Monitoring System, Fort Collins (CO).
- USDA. 2009. Dairy 2007, Part IV: Reference of Dairy Cattle Health and Management Practices. USDA, National Animal Health Monitoring System, Fort Collins, CO.
- 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.
- Van den Borne, J.J.G.C., Alferink, S. J. J., y Gerrits, W.J.J. 2004. Identifying ruminal drinking by measurement of respiratory quotient and methane production in preruminant calves. *Journal of Animal Science*, 82(S1), 365
- Virtala, A.M., Mechor, G.D. y Gröhn, Y.T. 1996. Morbidity from nonrespiratory diseases and mortality in dairy heifers during the first three months of life. *J Am Vet Med Assoc.* 208:2043-6.

- Virtala, A.M.K., Grohn, Y.T., Mechor, G.D. y Erb, H.N. 1999. The effect of maternally derived immunoglobulin G on the risk of respiratory disease in heifers during the first 3 months of life. *Prev. Vet. Med.* 39:25-37.
- Williams, P. E. V., y A. J. Frost. 1992. Feeding the young ruminant. Pages 109–118 in *Neonatal Survival and Growth*. Occasional Publ. No. 15. M. Varley, P. E. V. Williams, and T. L. J. Lawrence, ed. Br. Soc. Anim. Prod., Edinburgh, UK.
- Zychlińska-Buczek, J., Bauer, E., Kania-Gierdziewicz, J. y Wrońska, A. 2015. The main causes of calf mortality in dairy farms in Poland. *Journal of Agricultural Science and Technology A*. 5:363-369.