

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS



Evaluación del desarrollo de becerros lecheros Holstein alimentados con
diferentes sistemas de alimentación

Por:

Valeria Sayde Alvarado Jiménez

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México

Junio 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS

Evaluación del desarrollo de becerros lecheros Holstein alimentados con
diferentes sistemas de alimentación

Por:

Valeria Sayde Alvarado Jiménez

TESIS

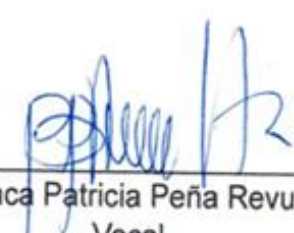
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



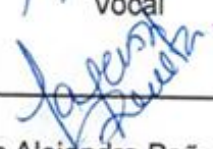
Dr. Juan Manuel Guillén Muñoz
Presidente



MC. Blanca Patricia Peña Revuelta
Vocal



Dr. Ramiro González Avalos
Vocal



MC. Laura Alejandra Peña Revuelta
Vocal Suplente



M.V.Z. Eric Alejandro Reyes Ramírez
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Junio 2026



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS

Evaluación del desarrollo de becerros lecheros Holstein alimentados con
diferentes sistemas de alimentación

Por:

Valeria Sayde Alvarado Jiménez

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


MC. Blanca Patricia Peña Revuelta
Asesor Principal


Dr. Ramiro González Aválos
Coasesor


MC. Laura Alejandra Peña Revuelta
Coasesor


M.V.Z. Eric Alejandro Reyes Ramírez
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal
Torreón, Coahuila, México

Junio 2026



DEDICATORIAS

A mi mamá, gracias por siempre estar ahí, por apoyarme en todo momento, las veces que me sentía mal y me animabas a estar bien, espero algún día ser la mujer tan fuerte como lo eres tú. Te amo.

A mi hermana, por apoyarme en todo momento, por tus consejos y por motivarme a luchar por mis sueños.

A la familia Ituarte Villalba, por abrirme las puertas de su casa y quererme como a una más de su familia.

A mi novio, que a pesar de la distancia siempre estuvo ahí, echándome porras, escuchándome, apoyándome y nunca dejarme sola.

A mis amigas, que desde el inicio de la carrera estuvieron conmigo, por el apoyo incondicional que tuve de ustedes y por nunca dejarme sola.

Finalmente, a mis mascotas, por su compañía, por alegrar mis días en los momentos de estrés y por brindarme su cariño.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios, por iluminar mi camino y sostenerme durante los momentos más difíciles. Gracias por las enseñanzas, las oportunidades y las personas que pusiste en mi vida para ayudarme a llegar hasta aquí.

A mi mamá y hermana, gracias por apoyarme a distancia, por sus consejos y por todo el amor, este logro también es de ustedes.

Al Dr. Ramiro González Ávalos, gracias por confiar en mí, por compartir sus conocimientos y alentarnos a crecer como profesionistas y como personas.

A la Sra. Juanita y al Sr. Manuel, gracias por quererme como una hija y por todo el apoyo recibido durante estos 5 años.

A la familia Ituarte Villalba, gracias por quererme como a una más de su familia, por el apoyo incondicional y que siempre estuvieron para mí.

A la Dra. Marcela Emmerth, gracias por todas las enseñanzas durante la carrera, por apoyarnos en todo momento y por inspirarnos a ser mejores.

A mi mejor amiga, Luisa, por abrirme las puertas de tu casa, por siempre estar para mí, a pesar de las peleas, siempre supimos como arreglarlas, por aconsejarme y motivarme, eres una persona que admiro.

A mi otra mejor amiga, Alondra, gracias por tus consejos y por siempre estar para mí.

A mi novio, gracias por siempre estar, por apoyarme en los momentos más difíciles, por aconsejarme y nunca dejarme sola, te amo.

A todos los animales con los que tuve que trabajar a lo largo de este camino, gracias por ser parte fundamental de mi aprendizaje, cada encuentro representó una oportunidad para aprender, crecer y comprender aún más la responsabilidad y el compromiso que implica velar por su salud y bienestar.

Y finalmente, a mi Alma Terra Mater, por abrimme sus puertas, por ponerme en el camino a docentes que fueron parte importante de mi vida profesional y personal, gracias.

Índice general

DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS	ii
Índice general	iv
Resumen.....	v
Índice de cuadros.....	vi
Índice de figuras.....	vii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo	2
1.2. Hipótesis	2
2. REVISIÓN DE LITERTURA.....	3
2.1. Importancia de criar reemplazos.....	3
2.2. Importancia del calostro en la transferencia de inmunidad.....	5
2.3. Enfermedades en animales de reemplazo.....	7
2.4. Peso y altura en becerras	10
2.5. Consumo de alimento y agua	11
2.6. Sistemas de alimentación en becerros	13
3. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1. Sitio de estudio	17
3.2. Diseño experimental	17
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
5. CONCLUSIONES	25
6. LITERATURA CITADA	26

Resumen

La administración de la alimentación durante el periodo neonatal y hasta el destete desempeña un punto clave en el desarrollo correcto de los becerros. El objetivo del presente experimento fue evaluar el desarrollo de becerros Holstein suplementados con inmunoglobulinas específicas los primeros 30 días de vida. Para evaluar el desarrollo de los becerros Holstein suplementados con inmunoglobulinas específicas se seleccionaron al azar 16 animales. Los tratamientos quedaron como sigue: T1= 8 animales que serán alimentados con 6 L de leche, con 20% de proteína y 20% de grasa (14% de sólidos) durante los primeros 60 días de vida. T2= 8 animales que serán alimentados con 4 L de leche, 20% de proteína y 20% de grasa (14% de sólidos) durante los primeros 50 días de vida. Se ofrecerá agua a libre acceso a partir del segundo día de vida. El concentrado iniciador se ofreció diariamente por la mañana y de ser necesario se servía por la tarde. Con base en los resultados obtenidos en el presente estudio no se observó diferencia estadística significativa entre los tratamientos, para el desarrollo de los becerros. La suplementación con inmunoglobulinas específicas no incremento el peso de las crías ni el consumo de alimento iniciador.

Palabras clave: Alimento, Concentrado iniciador, Consumo, Desarrollo

Índice de cuadros

Cuadro 1 Contenido nutricional del sustituto de leche comercial utilizado para la alimentación de los becerros.	19
Cuadro 2 Contenido nutricional del alimento iniciador utilizado en la alimentación de los becerros.	20
Cuadro 3 Peso promedio (kg) de becerros Holstein alimentados con diferente sistema de alimentación.	21
Cuadro 4 Consumo promedio de alimento iniciador (kg) en becerros Holstein alimentados con diferente sistema de alimentación.	23

Índice de figuras

Figura 1 Preparación del sustituto de leche.	19
--	----

1. INTRODUCCIÓN

Al momento del nacimiento, los becerros no cuentan con una inmunidad innata ni con un sistema ruminal completamente funcional. Enfrentan principalmente dos desafíos: lograr la adquisición de la inmunidad y alimentarse como no rumiantes mientras se desarrolla y establece la función del rumen. Es esta etapa inicial dependen del consumo de calostro. Después, durante los primeros días de vida, la dieta líquida cubre la mayor parte de sus requerimientos nutricionales. Posteriormente, cuando se empieza a consumir alimento sólido en mayor cantidad, se estimula el desarrollo del rumen, lo que permite gradualmente el destete y la transición hacia una dieta sólida (Kertz *et al.*, 2017).

El manejo de la alimentación durante la etapa neonatal y el destete temprano desempeña un papel clave en el desarrollo adecuado de los becerros, influyendo no solo en el éxito de su crianza, sino también en su estado sanitario y desempeño productivo a largo plazo (Van Amburgh y Soberon, 2013). Dado que la diarrea es uno de los factores principales de mortalidad en los recién nacidos, la correcta administración de calostro en los primeros días de vida se relaciona directamente con la prevención de enfermedades y la mortalidad de los becerros (Urie *et al.*, 2018).

Asimismo, el suministro adecuado e inmediato de calostro, preferentemente dentro de las 2 a 3 horas después del nacimiento es esencial para el establecimiento de la inmunidad pasiva, observándose una relación directa con la prevención de enfermedades y la mortalidad (Godden, 2008).

El sustituto de leche es el componente principal de las dietas líquidas para los becerros. Su formulación permite ajustar los macronutrientes, en especial la grasa, que influye en el suministro de energía, la ingesta de alimento sólido, el desarrollo gastrointestinal y la salud (Liu *et al.*, 2022). Se emplean algunas estrategias de alimentación durante el período de lactancia, esto para que haya un desarrollo óptimo del rumen y así, facilitar la transición a la alimentación sólida (McGrath, 2016).

A partir de la tercera semana, el consumo de alimento seco aumenta y cumple con el 45-50% de los requerimientos de energía metabolizable. En esta fase, las enzimas son capaces de digerir no solo alimentos lácteos, sino también sustancias de los sustitutos de leche (Quigley y Mills, 2006). En el momento que de destetan, el becerro dependerá completamente de los alimentos sólidos y de agua libre (Drackley, 2025).

1.1. Objetivo

Evaluar el efecto de diferente sistema de alimentación sobre el desarrollo de becerros lecheros Holstein.

1.2. Hipótesis

Al incrementar la cantidad de leche se incrementa el desarrollo de becerros lecheros Holstein.

2. REVISIÓN DE LITERTURA

2.1. Importancia de criar reemplazos

El éxito de los sistemas de producción ganadera depende de gran medida de la correcta crianza y manejo de los animales destinados al reemplazo. En esta etapa constituye una fase improductiva del sistema, ya que inicia con la vaca seca gestante y se termina con la primera becerra. Para lograr buenos resultados en este periodo, es crucial garantizar el crecimiento del becerro, por lo cual es necesario asegurar el suministro de calostro en el momento y las cantidades adecuadas, acceder a concentrados y alimentos voluminosos apropiados para su estómago en desarrollo, así como asegurar un manejo y una protección adecuados, con el fin de lograr un desempeño productivo óptimo y mejorar el aprovechamiento de los alimentos suministrados (Ybalmea, 2015).

La crianza abarca el conjunto de prácticas de manejo, cuidado y alimentación de las becerras desde el nacimiento hasta el destete, con el objetivo de reducir progresivamente la dependencia de la leche como principal fuente de nutrientes, favoreciendo a una edad temprana la incorporación de alimentos sólidos en la dieta (Dichio *et al.*, 2015). En cuanto a los alimentos necesarios en la dieta de los becerros durante esta etapa son el calostro, sustituto de leche, concentrado y forraje, ofreciendo agua de buena calidad y *ad libitum* (Nemocón-Cobos *et al.*, 2020).

Es indispensable que durante el crecimiento de las becerras se tenga un buen manejo de éstas, desde su nacimiento hasta su destete, con el objetivo de un buen desarrollo. Durante todo el proceso del manejo, se debe tener en cuenta el

tipo de parto, calostro, la desinfección de ombligo, manejo del sustituto de leche, suministro de concentrado, enfermedades y tratamientos (Gutiérrez-Piña *et al.*, 2021). En el transcurso de la crianza, la adaptación de prácticas de manejo positivas contribuye a disminuir el miedo de los becerros a las personas, lo que resulta en un mejor bienestar y productividad (Breuer *et al.*, 2000).

En este contexto, las decisiones tomadas durante esta etapa, influyen directamente en el futuro productivo del hato, incluyendo el destino final de las vacas de reemplazo, esto es muy importante, ya que tiene un gran impacto en el desarrollo de la cría (Olechnowicz y Jaśkowski, 2011). Las vacas de mayor producción se descartan por problemas de salud (Weigel *et al.*, 2003), esto puede estar relacionado que, durante muchos años, aumentar la producción de leche fue lo más importante de la crianza (Dziekiewicz-Mrugasiewicz, 2021).

Entre los factores que influyen para la eliminación de las vacas está la edad, número de lactancias y etapa, producción de leche, estado de salud e indicadores reproductivos. Al igual, está relacionada con indicadores económicos como precio de la leche, precio de compra de ganado y costo de introducir nuevos animales (Bascom y Young, 1996).

Otros factores que influyen en la eliminación de animales es en la etapa de lactancia en los primeros y últimos meses, esto se asocia con la aparición de complicaciones posparto, enfermedades metabólicas y enfermedades del sistema digestivo (Rilanto *et al.*, 2020).

2.2. Importancia del calostro en la transferencia de inmunidad

El calostro es un fluido secretado por la hembra de todas las especies de mamíferos, de la cual, su función principal es cubrir todos los requisitos nutricionales del recién nacido, al mismo tiempo que desempeña diversas funciones fisiológicas (McGrath *et al.*, 2015), y es un aporte importante de macro y micronutrientes, inmunoglobulinas y péptidos con acción antimicrobiana y factores de crecimiento (Panahi *et al.*, 2010).

Cuando hablamos de calidad y manejo del calostro, así como las prácticas de higiene, es importante tener en cuenta varios puntos, por ejemplo, la rutina de limpieza del equipo de alimentación, los corrales de parto y de cada becerro, esto puede tener un impacto negativo en la salud y mortalidad de los becerros (Renaud *et al.*, 2018). Al igual, este debe de estar libre de sangre, suciedad y estiércol. Para considerarse de buena calidad debe contener al menos 50 g de inmunoglobulinas por litro (Akins, 2016)

La composición y las propiedades físicas del calostro presentan una alta variabilidad en función de diversos factores como lo son la individualidad, raza, paridad, nutrición preparto, la duración del periodo seco y el tiempo posparto (Moody *et al.*, 1951). Un aspecto clave que representa un reto en el cuidado sanitario de las becerras, es que, al momento del nacimiento presentan un sistema inmune débil, ya que no han tenido contacto previo con antígenos del ambiente ni con estímulos de origen microbiano. El calostro es rico en inmunoglobulinas, en especial IgG y otras moléculas bioactivas y nutrientes esenciales para la defensa del sistema inmune (Windeyer y Gamsjäger, 2019).

Al igual, contiene leucocitos, citosinas, proteínas antimicrobianas y hormonas (Blum y Baumrucker, 2002). Estos componentes del calostro podrían tener un impacto positivo en la salud del neonato y el desarrollo de la función inmunitaria (Langel *et al.*, 2015).

La grasa constituye la principal fuente de energía del calostro, la cual se estima que proporciona aproximadamente el 63% de la energía digestible, mientras que las proteínas contribuyen con cerca del 25% (Hare *et al.*, 2019). Es esencial para promover el metabolismo y disminuir la termorregulación, y los ácidos grasos específicos que se encuentran en mayor concentración en el calostro (O'Callaghan *et al.*, 2020) pueden aportar beneficios a la respuesta inmune durante los primeros días de vida (Opgenorth *et al.*, 2020).

En cuanto a los beneficios del calostro en las primeras horas de vida, es la transferencia de inmunidad pasiva. Sin embargo, todavía no se comprende completamente el cómo influye la función inmunológica de la becerria durante este período clave de desarrollo (Elizondo-Salazar *et al.*, 2010). Su consumo adecuado durante el transcurso de su crecimiento tiene efectos que van más allá de la disminución en cuanto a la incidencia de enfermedades, y se han descrito beneficios a largo plazo en la salud y la productividad. A los becerros que se les suministra suficiente calostro se perciben con mejores tasas de crecimiento, tanto antes como después del destete, alcanzan su madurez reproductiva más temprano, se aumenta su producción de leche en su primera lactancia y tienen menor incidencia en tasas de descarte (Abuelo *et al.*, 2021).

Hablando de la transferencia de inmunidad pasiva, existen tres factores que determinan su éxito: a) calidad del calostro, se determina comúnmente a partir de la concentración de IgG (Garry *et al.*, 1996). b) el manejo del calostro, por ejemplo, momento de recolección, tiempo de alimentación y método, almacenamiento (Conneely *et al.*, 2014). c) el volumen de calostro suministrado (Weaver *et al.*, 2000).

2.3. Enfermedades en animales de reemplazo

La salud es uno de los puntos más importantes cuando se habla de los animales lecheros, como un componente fundamental dentro de un sistema de producción lechera saludable, que favorece tanto a los animales como a los productores y consumidores (Balasundaram *et al.*, 2023). No obstante, cada vez se reconoce más que la salud de los becerros es crucial, ya que puede influir a largo plazo en la salud y en la productividad de la vaca durante etapas posteriores de su vida (Buczinski *et al.*, 2021).

La diarrea es una enfermedad frecuente y una de las principales causas de pérdidas económicas para los productores de ganado (USDA, 2008). Se debe a factores tanto infecciosos como no infecciosos (Izzo *et al.*, 2011), entre estos se encuentran varios patógenos, como virus, bacterias y protozoos que están involucrados en el desarrollo de esta enfermedad (Yong-il y Kyoung-Jin, 2013).

Los factores infecciosos incluyen virus, como el coronavirus, rotavirus y el virus de la diarrea viral bovina, entre otros; en cuanto a las bacterias se encuentran *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Shigella*, y la infección parasitaria que incluye *Cryptosporidium parvum*, entre otros (Zhi *et al.*, 2015).

Cuando la enfermedad ocurre, se presentan principalmente diversos síntomas, como depresión, aumento de la temperatura, pérdida de apetito, distensión abdominal y dolor, diarrea aguda, heces malolientes o con estrías de sangre y deshidratación, lo que provoca un gran impacto en cuanto a su crecimiento, desarrollo y supervivencia (Sun, 2003).

La mortalidad de los becerros que presentan diarrea durante las primeras semanas de vida constituye aproximadamente el 57% de la mortalidad total, con mayor incidencia en la tercera semana posterior al nacimiento (Chen *et al.*, 2023).

Las condiciones del ambiente pueden afectar la exposición del animal a patógenos y su capacidad para resistir enfermedades. Esto puede ocurrir a través del contacto directo con otros animales o por contacto con superficies contaminadas. La alta concentración de animales aumentan las oportunidades de contactos efectivos con animales o superficies contaminadas. El clima (calor o frío extremo) y la humedad son factores de estrés relevantes que afectan la capacidad del becerro para combatir enfermedades (Smith, 2012).

Las enfermedades respiratorias y la diarrea son de las más comunes en los becerros, consideradas de alta prioridad, debido a su alta incidencia, causando efectos a largo plazo sobre la salud y el desempeño de estos, así como un mayor riesgo de mortalidad (USDA, 2021).

La enfermedad respiratoria bovina (ERB), es una de las más importantes y comunes que se han visto tanto en el período previo como posterior al destete (Windeyer *et al.*, 2014). Es causada por interacciones complejas que involucra la acción de agentes infecciosos como virus y bacterias, condiciones ambientales

adversas, factores de manejo y defensas comprometidas del huésped (Smith *et al.*, 2020).

De acuerdo con una revisión reciente, se estima que hasta el 61% de los becerros presentan al menos un caso de ERB en su primer año de vida. La enfermedad tiene consecuencias a largo plazo, como en el rendimiento, lo que provoca mayores probabilidades de mortalidad y retiro antes del primer parto, hay una marcada reducción del aumento de peso diario y disminución de la producción de leche durante la primera lactancia. Esta enfermedad multifactorial es un riesgo al criar becerras de reemplazo, ya que provoca altas tasas de morbilidad y mortalidad, incrementa los costos de la granja relacionados con el tratamiento y la prevención, y pueden influir en el rendimiento futuro de los animales (Buczinski *et al.*, 2021).

Los patógenos bacterianos más comunes incluyen *Pasteurella multocida*, *Manhemia haemolytica*, *Mycoplasma bovis* e *Histophilus somni*, mientras que los patógenos virales incluyen el herpesvirus bovino 1 (BHV-1), parainfluenza-3, virus de la diarrea viral bovina (BVDV) y virus sincitial respiratorio bovino (BRSV) (Pardon y Buczinski, 2020).

Los primeros signos incluyen incremento de la frecuencia respiratoria, fiebre, secreción nasal serosa y, en algunos casos, depresión leve o disminución del apetito (Stöber *et al.*, 2002).

2.4. Peso y altura en becerras

El objetivo general de la crianza de becerras es lograr un peso y una estatura adecuada para el parto alrededor de los 24 meses de edad, lo cual se ha asociado con una mayor rentabilidad en los programas de reemplazo (Heinrichs y Losinger, 1998). Se debe duplicar su peso desde el nacimiento hasta el destete (Sweeney *et al.*, 2010).

En algunos casos, se puede disminuir su peso, esto debido a la transferencia de inmunidad pasiva, baja ingesta de leche, infecciones digestivas, respiratorias y sanguíneas, e infecciones umbilicales (Hyde *et al.*, 2021).

El peso del animal puede basarse como un indicador crucial del rendimiento en el crecimiento de los animales, la salud y las decisiones de manejo (Halachmi *et al.*, 2019). Durante los primeros días de vida, este parámetro representa un indicador importante para estimar el riesgo de enfermedades, las necesidades nutricionales y el potencial de crecimiento antes del destete (Heinrichs *et al.*, 2017).

A lo largo de esta etapa, el peso es variable, que puede aumentar por el consumo de alimento y agua y a disminuir por evapotranspiración, micción, defecación y metabolización (Vorndran *et al.*, 2023). Entre los factores externos que influyen en el desarrollo se encuentran las condiciones de alojamiento, las cuales pueden afectar la actividad física, el gasto energético y la ingesta de nutrientes (Donadio *et al.*, 2025).

A medida que se incrementa el consumo de alimento iniciador, el cual generalmente se duplica cada semana, los becerros reciben una cantidad de nutrientes que favorece el inicio de un crecimiento más rápido (Kertz *et al.*, 1979).

Existen diversos métodos para medir o estimar con precisión el peso, sin embargo, el procedimiento más exacto consiste en realizar el pesaje individual de los animales mediante una báscula tradicional o electrónica (Heinrichs *et al.*, 1992). Para alcanzar un peso corporal y una estatura adecuada, se debe mantener una tasa de crecimiento de aproximadamente 750 g al día desde el nacimiento, esto con la finalidad de que sean adecuados para parir a los 24 meses (Whathes *et al.*, 2014).

Cada animal posee un tamaño corporal adulto propio al que tiene a desarrollarse a una velocidad determinada por su genética (Brody, 1945). Sin embargo, esta velocidad puede aumentar o disminuir debido a factores del ambiente, los cuales tienen una onfluencia limitada sobre el tamaño final que alcanza el animal en la etapa adulta (Blackmore *et al.*, 1958). La recomendación del NRC (Nacional Research Council, 1978), indica que la ganancia diaria adecuada para becerras grandes entre 10 y 67 semanas de edad se encuentra entre 0.7 y 0.8 kg. Este periodo de 67 semanas corresponde al peso objetivo de recría, que generalmente es de aproximadamente 350 kg (Sejrsen *et al.*, 1982).

2.5. Consumo de alimento y agua

Los becerros requieren una alimentación adecuada que cubra sus requerimientos nutricionales para favorecer un crecimiento y desarrollo adecuados. Asimismo, la dieta debe adaptarse al proceso de maduración del sistema digestivo, pasando de

una etapa inicial en la que el animal funciona como pre-rumiante y depende principalmente de alimentos líquidos, hasta la transición de un rumiante completamente funcional (Dackley, 2008).

Durante el primer mes de vida, dependen principalmente del suministro suficiente de leche para cubrir sus requerimientos de mantenimiento y crecimiento, debido a que en esta etapa aún no tienen la capacidad de aprovechar de manera eficiente los concentrados ni los forrajes (Miller-Cushon *et al.*, 2013). Sin embargo, proporcionar mayores cantidades de leche puede disminuir el consumo de alimento iniciador durante la etapa de alimentación líquida. Como consecuencia, al momento del destete, algunos becerros pueden presentar una reducción en el peso corporal (Huuskonen y Khalili, 2008).

El agua es un nutriente clave y desempeña un papel importante en el crecimiento del animal y el desarrollo del rumen (Drackely, 2008), estos deben tener libre acceso al agua limpia desde el nacimiento (Thomas *et al.*, 2007), para fomentar un mayor consumo de alimento sólido. La ingesta de agua no causa diarrea a los becerros, más bien, los que tienen diarrea consumen más agua si está disponible (Kertz *et al.*, 1984).

El consumo de alimento iniciador incrementa progresivamente con la edad, pasando de cantidades mínimas durante la primera semana de vida hasta alcanzar entre 1-2 kg al día antes del destete, lo cual se asocia con el desarrollo del rumen y la mejora del crecimiento (Hopkins, 1997). La inclusión de forraje en niveles del 15-25% puede considerarse elevada cuando se emplea forraje de baja calidad, ya que se ha reportado que los becerros con acceso libre a paja

consumen únicamente alrededor del 4% de su ingesta total de alimento sólido (Castells *et al.*, 2013).

2.6. Sistemas de alimentación en becerros

La nutrición en etapas tempranas se enfoca en proporcionar cantidades adecuadas de energía y proteína, procurando además que los minerales y vitaminas esenciales sean consumidos en niveles y proporciones adecuadas en relación con la ingesta total de energía. Los componentes incluyen una fuente de alimento líquido (leche entera o sustituto de leche) y un alimento iniciador altamente palatable. Hay diferencias en los sistemas de alimentación, que es la composición de los alimentos y las cantidades ofrecidas (Drackley, 2008).

El aumento en la cantidad de leche entera o sustituto de leche proporciona una mayor ingesta de nutrientes y favorece un crecimiento más acelerado durante las primeras etapas de vida, lo cual resulta beneficioso para disminuir la edad al primer parto y mejorar la productividad durante la vida del animal. No obstante, el suministro elevado de leche puede reducir el consumo de alimento iniciador (Hu *et al.*, 2020).

Ambos alimentos líquidos difieren en gran medida en su composición de nutrientes. En general, la mayoría de los sustitutos de leche contienen una mayor cantidad de lactosa (Wilms *et al.*, 2022) y menor contenido de grasa en comparación con la leche entera (Hill *et al.*, 2007). Además, la proporción de grasa, proteína y minerales puede variar considerablemente entre ambos. Por otra parte, los sustitutos de leche no incluyen todos los componentes bioactivos que si están presentes de forma natural en la leche entera (Mellors *et al.*, 2023).

El sustituto de leche se reemplaza rápidamente después del calostro. Se compone principalmente de leche desnatada (40%) con la adición de proteína de soja y lectina, grasa de origen vegetal o animal, y un complemento mineral y vitamínico (Matter *et al.*, 2005).

Existe otro tipo de leche, la leche de antibiótico, que se considera leche de desecho. Algunos productores optan por dársela a los becerros, no se recomienda debido a que existen riesgos que perjudican la salud de éstos, igual sucede la resistencia a antibióticos (Firth *et al.*, 2021). A pesar de todo esto, algunos productores optan por darla (Barry *et al.*, 2020).

Al momento del nacimiento, los rumiantes jóvenes no cuentan con una población microbiana anaerobia en el rumen. El establecimiento de esta microbiota es fundamental para el desarrollo fisiológico del rumen y para que el animal adquiera la capacidad de transformar la materia vegetal en nutrientes para el mantenimiento y la producción (Jami *et al.*, 2013).

Una transición adecuada de la alimentación líquida hacia el consumo de alimento sólido permite que los becerros ingieran y aprovechen los nutrientes necesarios para mantener el crecimiento durante y después del destete. Para que este proceso ocurra correctamente, es necesario que el rumen presente un desarrollo físico y metabólico adecuado, además de cambios en el aparato salival, el comportamiento de rumia y diferentes adaptaciones fisiológicas en el intestino y otros tejidos (Khan *et al.*, 2011).

El tipo de alimento sólido y la cantidad que consumen pueden influir en el desarrollo del rumen. Se considera que los alimentos con alta palatabilidad y ricos

en carbohidratos de fácil fermentación, favorecen el desarrollo del rumen, incluyendo modificaciones en el epitelio del estómago (Drackley, 2008).

Se deben mantener con la ración inicial hasta que estén listos para pasar de los corrales de transición, que es aproximadamente entre los 10-14 días de edad. En esta etapa, se puede comenzar a recibir una dieta de crecimiento con una composición más sencilla y un menor contenido de proteína. Asimismo, es posible introducir forrajes en la alimentación, sin embargo, el heno seco debe ser controlado para asegurar un consumo adecuado de la ración de crecimiento. Generalmente, esta ración se proporciona en cantidades de entre 2.5- 5 kg diarios, conforme los animales aumentan de peso desde los 100 kg hasta alcanzar la edad reproductiva (Zanton y Heinrichs, 2007).

El suministro de heno a los becerros puede incrementar el consumo de materia seca (Downey y Tucker, 2023), lo cual se relaciona con una mayor ingesta de agua (Jensen y Vestergaard, 2021). Además, esta práctica puede favorecer una mayor ganancia de peso en comparación con becerros alimentados únicamente con grano (Terré *et al.*, 2015).

Se ha reportado que los becerros que consumen forraje comienzan a rumiar entre las 2-3 semanas de edad en promedio (Xiao *et al.*, 2024), aunque existe una amplia variación entre animales. Sin embargo, aun no se ha investigado completamente la diferencia en el inicio y desarrollo de la rumia entre becerros alimentados con dietas convencionales a base de cereales y aquellos que reciben tanto grano como forraje desde el nacimiento (Downey y Tucker, 2026).

La inclusión de granos es fundamental. Las características estructurales del endospermo de estos cereales desempeñan un papel importante en la determinación del lugar y la velocidad con la que el almidón es digerido. Además, la elección de las técnicas de procesamiento de los granos, en combinación con las características físicas del alimento iniciador, ejerce una influencia significativa en la transición de los becerros desde un estado prerumiante hasta la maduración completa como rumiantes (Pazoki *et al.*, 2017).

Una opción para prevenir un desarrollo inadecuado del epitelio ruminal sin recurrir al uso de alimento iniciador texturizado o paletizado, consiste en proporcionar un iniciador molido en combinación con heno de alfalfa, lo cual podría incluso contribuir a reducir los costos de producción en los sistemas lecheros (Beiranvand *et al.*, 2014).

Algunos factores que influyen en la selección de alimento, tal como la frecuencia de alimentación (DeVries *et al.*, 2005), la cantidad de alimento ya sea mayor o menor (Miller-Cushon y DeVries, 2010), la relación forraje-concentrado y el tamaño de partícula en el forraje (Leonardi y Armentano, 2003), así como la humedad de la dieta (Khan *et al.*, 2014).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Sitio de estudio

El estudio se realizó del 20 de febrero al 22 de marzo de 2026, en la unidad experimental adscrita al departamento de Ciencias Básicas, ubicada en las instalaciones de la UAAAN Unidad Laguna, esta se encuentra en el Municipio de Torreón en el estado de Coahuila de Zaragoza.; éste se encuentra localizado en la región semidesértica del norte de México a una altura de 1100 msnm, entre los paralelos 25°55'65.0"N 103°18'37.10"W, con una precipitación media anual de 230 mm y con temperatura promedio de 24 °C, máxima de 41 °C en mayo y junio, y mínima de -1 °C en diciembre y enero, y con una precipitación anual promedio de 240 mm y una humedad relativa de entre 29 y 83%.

3.2. Diseño experimental

Para observar el crecimiento y la salud se seleccionarán 16 becerros de manera aleatoria, los cuales serán separados de la madre al nacimiento y alojadas individualmente en jaulas de metal previamente lavadas y desinfectadas. Los tratamientos quedaron como sigue: T1= 8 animales que serán alimentados con 6 L de leche, con 20% de proteína y 20% de grasa (14% de sólidos) durante los primeros 60 días de vida. T2= 8 animales que serán alimentados con 4 L de leche, 20% de proteína y 20% de grasa (14% de sólidos) durante los primeros 50 días de vida. Se ofrecerá agua a libre acceso a partir del segundo día de vida. El concentrado iniciador se ofrecerá diariamente por la mañana y de ser necesario se servía por la tarde. Las variables para evaluar el desarrollo de las crías serán peso y consumo de alimento hasta el destete.

Las enfermedades que se registrarán para determinar la salud de las becerras serán diarreas y neumonías. El registro se realizará a partir del nacimiento hasta los 60 días de vida, la clasificación de las crías con diarrea se realizará mediante la observación de la consistencia de las heces, heces normales corresponde a crías sanas y becerras con heces semi-pastosas a líquidas se considerarán crías enfermas. Con relación a la clasificación de los problemas respiratorios las crías con secreción nasal, lagrimeo, tos y elevación de la temperatura superior a 39.5 °C se considerarán cría enferma, si no presentó lo anterior se considerará una cría sana.

El peso de las crías será medido en una báscula electrónica digital (L-EQ 400, Torrey ®). Para medir la altura se utilizará una regla comercial. Para determinar el consumo de concentrado se utilizará una báscula electrónica digital (L-EQ 5, Torrey ®), el consumo del alimento se medirá a partir del día 3 de vida hasta el destete de las becerras. Cada tratamiento constara de repeticiones considerando a cada becerro como una unidad experimental.

Se ofreció sustituto de leche 20 proteína/20 grasa (Cuadro1) a razón de 140 g por litro de agua, diariamente se suministraron cuatro litros (dos L 7 am y dos L 4 pm) de leche (Figura 1) al día por animal los primeros 50 días de vida. Se ofreció agua y alimento iniciador (18% de proteína) a partir del segundo día de vida.

Cuadro 1 Contenido nutricional del sustituto de leche comercial utilizado para la alimentación de los becerros.

Ingredientes	Porcentaje
Proteína cruda Mín.	20.0%
Fibra cruda Max.	0.15%
Grasa cruda Mín.	20.0%
Cenizas Max.	6.5%
Humedad Max.	5.0%
E.L.N Mín.	45.0%



Figura 1 Preparación del sustituto de leche.

Estimación del consumo de alimento iniciador (AI) (Cuadro 2) se suministró diariamente por la mañana y de ser necesario se servía por la tarde. Para determinar el consumo de AI se utilizó una báscula electrónica digital (LEQ-5, Torrey ®), se midió a partir del día 1 hasta el día 30 de vida. Cada tratamiento constó de tres repeticiones considerando a cada becerro como una unidad experimental. Se ofreció agua a libre acceso a partir del primer día de vida.

Cuadro 2 Contenido nutricional del alimento iniciador utilizado en la alimentación de los becerros.

Ingrediente		%
Humedad	Máxima	13.0
Proteína cruda	Mínima	18
Grasa Cruda	Mínima	3.0
Fibra Cruda	Máxima	8.0
Cenizas	Máxima	7.0

El análisis estadístico para estimar el desarrollo de las becerras y consumo de concentrado iniciador se realizó 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 ejecutaron utilizando el paquete estadístico de Olivares-Sáenz (2012).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con relación a los resultados obtenidos en el presente estudio para ganancia de peso (Cuadro 3) no se observó diferencia estadística significativa. Existe un incremento mayor a favor del tratamiento 1.

Cuadro 3 Peso promedio (kg) de becerros Holstein alimentados con diferente sistema de alimentación.

	T=1	T=2
Peso al nacimiento	38 ^a	38 ^a
Peso a los 30 días	47.4 ^a	44.4 ^a
Peso a los 60 días	59 ^a	55.6 ^a
Ganancia de peso total	21 ^a	17.6 ^a

*Diferente literal indica diferencia estadística

Resultados similares son reportados por Elizondo-Salazar y Sánchez Álvarez (2012) donde se trabajo con dos tratamientos, cada uno con 8 becerros, en donde el primer tratamiento se ofreció una dieta líquida de forma restringida, 4 litros de sustituto de leche en dos tomas diarias, y el segundo tratamiento se suministro en mayores cantidades, hasta alcanzar un consumo diario de 8 litros, distribuidos en dos tomas de 4 litros cada una, esto con la finalidad de mostrar el efecto del consumo de la dieta líquida y alimento balanceado sobre su crecimiento, donde a la 4 semana de vida en el primer tratamiento su peso fue de 52 a 55 kg, mientras que en el segundo tratamiento fue de 53 a 57 kg.

Raeth-Knigth et al. (2009) informaron en su estudio realizado en 133 becerras, donde se asignaron 5 tratamientos, se presentaron pesos iniciales similares entre tratamientos, de 39.51 a 41.44 kg, sin embargo, a los 56 días de edad, los animales alcanzaron pesos entre 74.96 y 85.80 kg, siendo el tratamiento tres el que registró los mayores valores de peso corporal y ganancia diaria de promedio.

En cuanto a los resultados por Bjorklund et al. (2013), registraron un peso al nacimiento del primer tratamiento de 38.4 kg, y al destete (30 días), de 61.8 kg, estos fueron alimentados con el 1.5% del peso al nacer con leche orgánica con 13% de sólidos totales, una vez al día; en cuanto al segundo tratamiento, estos se destetaron a los 60 días, con un peso al nacimiento de 37.5 kg y al destete de 79.2 kg, y el tercer tratamiento que fue destetado a los 90 días, su peso al nacimiento fue de 37.7 kg y al destete de 108.1 kg, su alimentación fue igual que el primer tratamiento.

En otro estudio realizado por Silper et al. (2018), registraron ganancias de peso diario en el primer tratamiento a la semana 4 de 200 gr, y a la semana 8 de aproximadamente de 700 gr, estos fueron alimentados con 4 litros de sustituto de leche, en cuanto al tratamiento dos se suministro con 6 litros de sustituto de leche al día hasta los 29 días de edad y 4 litros de los 30 a los 60 días de edad, donde se obtuvieron ganancias de 350 gr aproximadamente y 500 gr al día en la semana 4 y 8, respectivamente.

Con relación a los resultados observados en el presente estudio para la variable consumo de alimento iniciador (Cuadro 4) no se observó diferencia estadística

significativa en entre los tratamientos evaluados. En las diferentes etapas evaluadas se observó un incremento en el consumo a favor del tratamiento T2.

Cuadro 4 Consumo promedio de alimento iniciador (kg) en becerros Holstein alimentados con diferente sistema de alimentación.

	T=1	T=2
Consumo promedio a los 30 días	76 ^a	78 ^a
Consumo promedio de Día 31 al día 60	797 ^a	885.7 ^a
Promedio del 1 al día 60 de vida	436 ^a	442 ^a
Promedio de consumo total	26.2 ^a	26.5 ^a

*Diferente literal indica diferencia estadística

Basándose en los resultados de Mirzaei et al. (2018) , donde trabajaron con 48 becerros, dividiéndose en 4 tratamientos, se les administró alimento sólido con alfalfa (10%), grano de maíz molido (45%), grano de cebada molido (14%) y harina de soja (26.75%), donde la ingesta total del día 3 al día 90 fue de 114.2 kg por becerro en el primer tratamiento, comparándose con el tercer tratamiento que el consumo fue de 91.7 kg.

Respecto al estudio que realizaron Leão et al. (2020) se registro un aumento de concentrado a medida que los becerros crecían, de 40 a 73 gr al día a la semana 1 de edad hasta 722 a 1004 gr a las 9 semanas de edad, los tratamientos fueron iniciador de pellets con el grupo control con 4% de maíz en copas al vapor, el segundo tratamiento fue molido, con el mismo iniciador de control pero pasado por

un tamiz, y el tercer tratamiento con el mismo iniciador del control pero pasado en tierra, y a estos se les agrego heno picado al 5%.

Haisan et al. (2019) reportaron que la ingestión media de alimento iniciador aumento conforme avanzó la edad de los becerros. En el primer tratamiento, el consumo fue de 260 gr al día durante la semana 5, incrementándose hasta 628 gr en la semana 7, mientras que en el segundo tratamiento la cantidad ingerida aumento de 160 gr al día a 272 gr entre las mismas semanas.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, se concluye que los diferentes sistemas de alimentación evaluados pueden favorecer un adecuado desarrollo de los becerros. Aunque se observaron variaciones en la ganancia de peso y el consumo de alimento, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Se sugiere seguir evaluando en etapas después del destete para observar el desarrollo de los animales.

6. LITERATURA CITADA

- Abuelo, A., Cullens, F., y Brester, J. L. 2021. Effect of preweaning disease on the reproductive performance and first-lactation milk production of heifers in a large dairy herd. *Journal Dairy Science*. 104:7008-7017.
- Akins, S. M. 2016. Dairy heifer development and nutrition managemet. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 32(2):303-317.
- Balasundaram, B., Thiruvankadan, A. K., Murali, N., Muralidharan, J., Cauveri, D., y Saravanan, R. 2023. Importance of genetic evaluation of dairy cattle for fuctional traits: a review. *Indian Journal of Animal Research*. 57(7):817-824.
- Barry, J., Bokkers, E. A. M., de Boer, I. J. M., y Kennedy, E. 2020. Pre-weaning management of calves on commercial dairy farms and its influence on calf welfare and mortality. *Animal*. 14:2580-2587.
- Bascom, S. S., y Young, A. J. 1996. A summary of the reason why farmers cull cows. *Journal Dairy Science*. 81:229-2305.
- Behiranvand, H., Ghorbani, G. R., Khorvash, M., Nabipour, A., Dehghan-Banadaky, M., Homayouni, A., y Kargar, S. 2014. Interactions of alfalfa hay and sodium propionate on dairy calf performance and rumen development. *Journal Dairy Science*. 97(4):2270-2280.
- Bjorklund, E. A., Heins, B. J., y Chester-Jones, H. 2013. Whole-milk feeding duration, calf growth, and profitability of group-fed calves in an organic production system. *Journal Dairy Science*. 96(11):7363-7370.
- Blackmore, D. W., McGilliard, L. D., y Lush, J. L. 1958. Genetic relation between body mesurements at three ages in Holsteins. *Journal Dairy Science*. 41:1045.

- Blum, J. W., y Baumrucker, C. R. 2002. Colostral and milk insulin like growth factors and related substances: Mammary gland and neonatal (intestinal and systemic) targets. *Domest. Anim. Endocrinol.* 23:101-110.
- Breuer, K., Hemsworth, P. H., Barnett, J. L., Matthews, L. R., y Coleman, G. J. 2000. Behavioural response to humans and the productivity of commercial dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science.* 66:273-288.
- Buczinski, S., Achard, D., y Timsit, E. 2021. Effects of calfhood respiratory disease on health and performance of dairy cattle: a systematic review and meta-analysis. *Journal Dairy Science.* 104:8214-8227.
- Castells, L., Bach, A., Aris, A., y Terré, M. 2013. Effects of forage provision to young calves on rumen fermentation and development of the gastrointestinal tract. *Journal Dairy Science.* 96:5226-5236.
- Chen, J., Li, D., Xu, Y., Li, Z., Ma, S., Liu, X., Yuan, Y., Zhang, C., Fu, Q., y Shi, H. 2023. Establishment and application of multiplex droplet digital polymerase chain reaction assay for bovine enterovirus, bovine coronavirus, and bovine rotavirus. *Frontiers in Veterinary Science.* 10:1157900.
- Conneely, M., Berry, D. P., Murphy, J. P., Lorenz, I., Doherty, M. L., y Kennedy, E. 2014. Effect of feeding colostrum at different volumens and subsequent number of transition milk feeds on the serum immunoglobulin G concentration and health status of dairy calves. *Journal Dairy Science,* 97:6991-7000.
- Dacik, J. K. 2008. Calf nutrition from birth to breeding. *Vet. Clin. N. Am. Food Anim. Pract.* 24:55-86.
- DeVries, T. J., von Keyserlingk, M. A. G., y Beauchemin, K. A. 2005. Frequency of feed delivery affects the behavior of lactating dairy cows. *Journal Dairy Science.* 88:3553-3562.

- Dichio, L., Amprimo, I., Azzaro, C., Almirón, L., Puccio, G., y Galli, J. 2015. Crianza artificial de las terneras en el módulo de producción lechera de la Facultad de Ciencias Agrarias. *Agromensajes*. 42:47-50.
- Donadio, J. P., De-Sousa, K. T., Torres, R. N. S., Alves, T. C., Hotzel, M. J., y Deniz, M. 2025. A meta-analysis to evaluate the effects of early group housing on calf performance, health, and behavior during the preweaning period. *Journal Dairy Science*. 108:954-967.
- Downey, B. C., y Tucker, C. B. 2023. Providing long hay in a novel pipe feeder or a bucket reduces abnormal oral behaviors in milk-fed dairy calves. *Journal Dairy Science*. 106:1968-1985.
- Downey, B. C., y Tucker, C. B. 2026. Onset of feeding behavior in intensively housed dairy calves. *Journal Dairy Science*. 109(5):5625-5638.
- Drackley, J. K. 2008. Calf nutrition from birth to breeding. *Veterinary clinics of North America: Food Animal Practice*. 24(1):55-86.
- Drackley, J. K. 2025. Invited review: The weaning transition in dairy calves-Why so traumatic? *Applied Animal Science*. 41(3).
- Dziekiewicz-Mrugasiewicz, M., y Wierzbicka, M. 2021. The reasons of culling of cattle in dairy cows herd A review. *Polish Journal of Natural Sciences*. 36(2): 197-209.
- Elizondo-Salazar, J. A., Jayarao, A. B. M., y Heinrichs, A. J. 2010. Effect of heat treatment of bovine colostrum on bacterial counts, viscosity, and immunoglobulin G concentration. *Journal Dairy Science*. 93:961-967.
- Elizondo-Salazar, J. A., y Sánchez-Álvarez, M. 2012. Efecto del consumo de dieta líquida y alimento balanceado sobre el crecimiento y desarrollo ruminal en terneras de lechería. *Agronomía Costarricense*, 36(12):81-90.

- Firth, C. L., Kremer, K., Werner, T., y Kasbohrer. 2021. The effects of feeding waste milk containing antimicrobial residues on dairy calf health. *Pathogens*. 10:112.
- Garry, F. B., Adams, R., Cattell, M., y Dinsmore, R. 1996. Comparison of passive immunoglobulin transfer to dairy calves colostrum or commercially available colostrum-supplement products. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 208:107.
- Godden, S. 2008. Colostrum management for dairy calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 24. 19-39.
- Gutiérrez-Piña, F. J., Rochín-Berúmen, F. L., Díaz-García, L. H., y Ramírez-Chequer, J. A. 2021. Evaluación productiva de dos sustitutos de leche en becerras Holstein en la cuenca lechera de Torreón, Coahuila. *Investigación Científica*. 15(1).
- Haisan, J., Steele, M. A., Ambrose, D. J., y Oba, M. 2019. Effects of amount of milk fed, and starter intake, on performance of group-housed dairy heifers during the weaning transition. *Applied Animal Science*. 35:88-93.
- Hare, K. S., Wood, K.M., Fitzsimmons, C., y Penner, G. B. 2019. Oversupplying metabolizable protein in late gestation for beef cattle: effects on postpartum ruminal fermentation, blood metabolites, skeletal muscle catabolism, colostrum composition, milk yield and composition, and calf growth performance. *Journal Dairy Science*. 97:437-455.
- Heinrichs, A. J., Heinrichs, B. S., Jones, C. M., Heins, B. J., y Cardoso, F. C. 2017. Short communication: Verifying Holstein heifer heart girth to body weight prediction equations. *Journal Dairy Science*. 100:8451-8454.
- Heinrichs, A. J., Rogers, G. W., y Cooper, J. B. 1992. Predicting body weight and wither height in Holstein heifers using body measurements. *Journal Dairy Science*. 75:3576-3581.

- Heinrichs, A. J., y Losinger, W. C. 1998. Growth of Holstein dairy heifers in the United States. *Journal Animal Science*. 76:1254-1260.
- Hill, T. M., Aldrich, J. M., Schlotterbeck, R. L., y Bateman II, H. G. 2007. Effects of changing the fat and fatty acid composition of milk replacers fed to neonatal calves. *Prof. Anim. Sci.* 23:135-143.
- Hopkins, B. A. 1997. Effects of the method of calf starter delivery and effects of weaning age on starter intake and growth of Holstein calves fed milk once daily. *Journal Dairy Science*. 80(9):2200-2203.
- Hu, W., Hill, T. M., Dennis, T. S., Suarez-Mena, F. X., Aragona, K. M., Quigley, J. D., y Schlotterbeck, R. L. 2020. Effects of milk replacer feeding rates on growth performance of Holstein dairy calves to 4 months of age, evaluated via a meta-analytical approach. *Journal Dairy Science*. 103:2217-2232.
- Huuskonen, A., y Khalili, H. 2008. Computer-controlled milk replacer feeding strategies for group-reared dairy calves. *Livest. Sci.* 113:302-306.
- Hyde, R. M., Green, M. J., Hudson, C., y Down, P. M. 2021. Factors associated with daily weight gain in preweaned calves on dairy farms. *Prev. Vet. Med.* 190:105320.
- Izzo, M. M., Kirkland, P. D., Mohler, V. L., Perkins, N. R., Gunn, A. A., y House, J. K. 2011. Prevalence of major enteric pathogens in Australian dairy calves with diarrhea. *Aust Vet J.* 89:167-173.
- Jami, E., Israel, A., Kotser, A., y Mizarah, I. 2013. Exploring the bovine rumen bacterial community from birth to adulthood. *ISME J.* 7:1069-1079.
- Jensen, M. B., y Vastergaard, M. 2021. Invited review: Freedom from thirst-Do dairy cows and calves have sufficient access to drinking water? *Journal Dairy Science*. 104:11368-11385.

- Kertz, A. F., Hill, T. M., Quigley, D. G., Heinrichs, A. J., Linn, J. G., y Drackley, J. K. 2017. A 100-Year Review: Calf nutrition and managemet. *Journal Dairy Science*. 100(12):10151-10172.
- Kertz, A. F., Prewitt, L. R., y Everett, J. P. 1979. An early weaning calf program: summarization and review. *Journal Dairy Science*. 62:1835-1843.
- Kertz, A. F., Reutzel, L. F., y Mahoney, J. H. 1984. Ad libitum water intake by neonatal calves and its relationship to calf starter intake, weigt gain, feces score, and season. *Journal Dairy Science*. 67:2964-2969.
- Khan, M. A., Bach, A., Castells, D. M., Weary, D. M., y von Keyserlingk, M. A. G. 2014. Effects of particle size and moisture levels in mixed rations on the feeding behavior of dairy heifers. *Animal*. 8:1722-1727.
- Khan, M. A., Weary, D. M., y von Keyserlingk, M. A. G. 2011. Invited Review: Effects If milk ration on solid feed intake, weaning and performance in dairy heifers. *Journal Dairy Science*. 94:1071-1081.
- Langel, S. N., Wark, W. A., Garst, S. N., James, R. E., McGilliard, M. L., Peterson-Wolfe, C. S., y Kanevsky-Mullarky, I. 2015. Effect of feeding whole compared with cell-free colostrum on calf immune status: The neonatal period. *Journal Dairy Science*. 98:3729-3740.
- Leão, A. E., Coelho, S. G., Azevedo, R. A., Campos, M. M., Machado, F. S., Laguna, J. G., Lima, F. A., Ribeiro, P. F. S., Ribeiro, T. T., de Fátima, C. S., Machado, M. A., de Lima, R. D. R. 2020. Effect of pelleted vs. Ground starter with or without hay on preweaned dairy calves. *Plos One*. 15(7):e0234610.
- Leonardi, C., y Armentano, L. E. 2003. Effect of quantity, quality, and length of alfalfa hay on selective consumption by dairy cows. *Journal Dairy Science*. 86:557-564.

- Liu, S., Wu, J., Wu, Z., Alugongo, G. M., Zahoor, K., M., Li, J., Xiao, J., He, Z., Ma, Y., Li, S., y Cao, Z. 2022. Tributyrin administration improves intestinal development and health in pre-weaned dairy calves fed milk replacer. *Anim. Nutr.* 10:399-411.
- Matter, B., Badr, H., Rodwan, M., y Ibrahim, A. 2005. Soymilk as buffalo milk substitute in feeding new born buffalo calves. *Egypt. J. Agric. Res.* 83(1).
- McGraht, B. A., Fox, P. F, McSweeney, P. L. H., y Kelly, A. L. 2015. Composition and properties of bovine colostrum: a review. *Dairy Sci. & Technol.* 96:133-158.
- McGrath, J. J. 2016. Accelerated pre-weaning growth rates in dairy calves: Do antioxidants have a place? *Anim. Prod. Sci.* 56:1275-1284.
- Mellors, S. C., Wilms, J. N., Welbore, A. C., Ghaffari, M. H., Leal, L. N., Martín-Tereso, J., Sauerwein, H., y Steele, M. A. 2023. Gastrointestinal structure and function of preweaning dairy calves fed a whole milk powder or a milk replacer high in fat. *Journal Dairy Science.* 106:2408-2427.
- Miller-Cushon, E. K., Bergeron, R., Leslie, K. E., y DeVries, T. J. 2013. Effect of milk feeding level on development of feeding behavior in dairy calves. *Journal Dairy Science.* 96:551-564.
- Miller-Cushon, E. K., y DeVries, T. J. 2010. Feeding amount affects the sorting behavior of lactating dairy cows. *Can. J. Anima. Sci.* 90:1-7.
- Mirzaei, M., Dadkhah, N., Baghbanzadeh, B., Agha-Tehrani, A., Eshraghi, M., Imani, M., Shiasi-Sardoabi, R., y Ghaffari, M. H. 2018. Effects of preweaning total plane of milk intake and weaning age on intake, growth performance, and blood metabolites of dairy calves. *Journal Dairy Science.* 101:4212-4220.

- Moody, E. G., Wise, G. H., Parrish, D. B., Atkeson, W. 1951. Properties of the calostrum of the dairy cow. VI. Creaming and rate of flow. *Journal Dairy Science*. 34:106-115.
- Nacional Research Council. 1978. Nutrient requirements of dairy cattle. Natl. Acad. Sci. Washinton, DC.
- Nemocón-Cobos, A. M., Angulo-Arizala, J., Gallo-Marín, J. A., y Mahecha-Ledesma, L. 2020. Alimentación: factor estratégico durante la crianza artificial de terneros provenientes de lecherías. *Agronomía Mesoamericana*. 31(3):803-819.
- O'Callaghan, T. F., Shand, J. H., Drummond, J. T., y Moore, J. H. 2020. "Protected" polyunsaturated fatty acid in the diet of the ewe and the essential fatty acid status of the neonatal lamb. *J. Nutr.* 108:1868-1876.
- Olechnowicz, J., y Jaśkowski, J. M. 2011. Reason for culling due to lameness and economic losses in dairy cows. *Med. Weter.* 67(6):618-621.
- Opgenorth, J., Sordillo, L. M., y VandeHaar, M. J. 2020. Calostrum supplementation with n-3 fatty acids and ω -tocopherol alters plasma polyunsaturated fatty acid profile and decreases an indicator of oxidative stress in newborn calves. *Journal Dairy Science*. 103:3545-3553.
- Panahi, Y., Falahi, G., Falahpour, M., Moharamzad, Y., Khorasgani, M. R., Beiraghdar, F., y Naghizad, M. M. 2010. Bovine calostrum in the management of nonorganic failure to thrive: A randomized clinical trial. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 50:551-554.
- Pardon, B., y Buczinski, S. 2020. Bovine respiratory disease diagnosis: What progress has been made in infectious diagnosis?. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 36:425-444.
- Pazoki, A., Ghorbani, G. R., Kargar, S., Sadeghi-Sefidmazgi, A., Drackley, J. K., y Ghaffari, M. H. 2017. Growth performance, nutrient digestibility, ruminal fermentation, and rumen development of calves during transition from liquid

to solid feed: Effects of physical forms of starter and forage provision. *Anim. Feed Sci. Technol.* 234:173-185.

Quigley, J., y Mills, D. 2006. Desarrollo ruminal de becerros. XXII Conferencia Internacional de Ganado Lechero. Hotel Milton Guadalajara. Available: <<http://www.calfnotes.com>>

Raeth-Knight, M., Chester-Jones, H., Hayes, S., Linn, J., Larson, R., Ziegler, D., Ziegler, B., y Broadwater, N. 2009. Impact of conventional or intensive milk replacer programs on Holstein heifer performance through six months of age and during first lactation. *Journal Dairy Science.* 92(2):799-809.

Renaud, D. L., Kelton, D., LeBlanc, S., Haley, D., y Duffield, T. 2018. Calf management risk factor son dairy farms associated with male calf mortality on veal farms. *Journal Dairy Science.* 101:1785-1794.

Rilanto, T., Reimus, K., Orro, T., Emanuelson, U., Viltrop, A., y Motus, K. 2020. Culling reasons and risk factors in Estonian dairy cows. *BMV Vet. Res.* 16(173):1-16.

Sejrsen, K., Huber, J. T., Tucker, H. A., y Akers, R. M. 1982. Influence of nutrition on mammary development in pre- and postpuberal heifers. *Journal Dairy Science.* 65:793.

Silper, 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). Effects of milk replacer feeding strategies on performance, ruminal development, and metabolism of dairy calves. *Journal Dairy Science.* 97:1016-1025.

Smith, B. P., Van Metre, D. C., y Pusterla, N. 2020. Diseases of the respiratory system. pages 515-701 in *Large Animal Internal Medicine.* 6th ed. Elsevier Mosby.

- Smith, R. D. 2012. Field Disease Diagnostic Investigation of Neonatal Calf Diarrhea. *Vet. Clin. Food. Anim.* 28:465-481.
- Stöber, M., Dirksen, G., y Gründer, H. D. 2002. Krankheiten der atmunsgorgane, des zwerchfells und der brustwand. *Innere Medizin und Chirurgie des Rindes*, 4.
- Sun, P. J. 2003. Calf diarrhea: The killer of newborn cattle. *Chin Anim. Husb. Vet. Med.* 4:44.
- Sweeney, B., Rushen, J., Weary, D., y De Passillé, A. 2010. Duration of weaning, starter intake, and weight gain of dairy calves fed large amounts of milk. *Journal Dairy Science.* 93:148-152.
- Terré, M., Castells, L., Khan, M. A., y Bach, A. 2015. Interaction between the physical form of the starter feed and straw provision on growth performance of Holstein calves. *Journal Dairy Science.* 98:1101-1109.
- Thomas, L. C., Wright, T. C., Formusiak, A., Cant, J. P., y Osborne, V. R. 2007. Use of flavored drinking water in calves and lactating dairy cattle. *Journal Dairy Science.* 90:3831-3837.
- Urie, N. J., Lombard, J. E., Shivley, C. B., Koprak, C. A., Adams, A. E., Earleywine, T. J., Olson, J. D., y Garry, F. B. 2018. Preweaned heifer management on US dairy operations: part V. Factors associated with morbidity and mortality in preweaned dairy heifer calves. *Journal of Dairy Science* 101. 9229-9244.
- USDA. 2008. Dairy 2007 Part II: Changes in the U.S. Dairy Cattle industry, 1991-2007, 57-61, USDA-APHIS-VS, CEAH, Forth Collins.
- USDA. 2021. Morbidity and mortality in U.S. preweaned dairy heifer calves NAHMS Dairy 2014 Study Calf Component: information brief [online]. Available from

https://www.aphis.esda.gov/animal_health/nahms/dairy/downloads/dairy17/morb-mort-us-prewean-dairy-heife-r-nahms-2014.pdf

Van Amburgh, M. E., y Soberon, F. 2013. The role of calf nutrition and management of lifetime productivity of dairy cattle. In Proceedings of the Cow Longevity Conference, 28-29 August 2013, Hamra Farm, Tumba, Sweden, pp. 178-197.

Vorndran, A. M., Huber, S. M., Bernhardt, H., Peschel, M., Riepl, F., y Steinhoff-Wagner, J. 2023. PSV-14 Body weight development of calves during the first week of life. *Journal Animal Science*. 101(3):401-402.

Weaver, D. M., Tyler, J. W., VanMetre, D. C., Hostetler, D.E., y Barrington, G. M. 2000. Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. *J. Vet. Intern. Med.* 14:569-577.

Weigel, K. A., Palmer, R. W., y Caraviello, D. Z. 2003. Investigation of factors affecting voluntary and involuntary culling in expanding dairy herds in Winsconsin using survival analysis. *Journal Dairy Science*. 86:1482-1486.

Whates, D. C., Pollot, G. E., Johnson, K. F., Richardson, H., y Cooke, J. S. 2014. Heifer fertility and carry over consequences for life time production in dairy and beef cattle. *Animal*. 8:91-104.

Wilms, J. N., Ghaffari, M. H., Steele, M. A., Sauerwein, H., Martín-Tereso, J., y Leal, L. N. 2022. Mocronutrient profile in milk replacer or a whole milk powder modulates growth performance, feeding behavior, and blood metabolites in ad libitum-fed calves. *Journal Dairy Science*. 105:6670-6692.

Windeyer, M. C., y Gamsjäger, L. 2019. Vaccinating calves in the face of maternal antinodies. *Vet.Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 35:557-573.

Windeyer, M. C., Leslie, K. E., Godden, S. M., Hodgins, D. C., Lissemore, K. D., y Leblanc, S. J. 2014. Factors associated with morbidity, mortality, and growth of dairy heifer calves up to 3 months of age. *Prev. Vet. Med.* 113:231-240.

- Xiao, J., Chen, T., Peng, R., Alugongo, G. M., Yang, H., Liu, S., Ma, Y., Wang, J., Li, S., y Cao, Z. 2024. How neonatal diet affects the longterm development of rumination behavior, rumen fermentation and feed digestion in dairy calves fed a high milk level? *Anim. Nutr.* 16:326-337.
- Ybalmea, R. 2015. Feeding and management of calf, a research in the Instituto de Ciencia Animal. *Cuban Journal of Agricultural Science.* 49(2).
- Yong-il, C., y Kyoung-Jin, Y. 2013. An overview of calf diarrhea – infectious etiology, diagnosis, and intervention. *Journal of Veterinary Science.* 15(1):1-17.
- Zanton, G. ., y Heinrichs, A. J. 2007. The effects of controlled feeding of a high-forage or high-concentrate ratio non heifer growth and first-lactation milk production. *Journal Dairy Science.* 90(7):3388-3396.
- Zhi, H. D., Gao, Y., Liu, C. M., y Fu, Z. Y. 2015. Research progress in etiology on infectious calf diarrhea. *HL Anim. Sci. Vet. Med.* 23:73-76.