

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



Estimación del costo de producción de becerros lecheros suplementados con inmunoglobulinas específicas durante los primeros 30 días de vida

Por:

Francisco Gutiérrez Ramírez

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

Estimación del costo de producción de becerros lecheros suplementados con
inmunoglobulinas específicas durante los primeros 30 días de vida

Por:

Francisco Gutiérrez Ramírez

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


Dr. Ramiro González Avalos
Vocal


MC. Blanca Patricia Peña Revuelta
Vocal


MC. Gerardo Omar de Jesús Astorga Ibarra
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

Estimación del costo de producción de becerros lecheros suplementados con
inmunoglobulinas específicas durante los primeros 30 días de vida

Por:

Francisco Gutiérrez Ramírez

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 Avalos
Coasesor



MC. Gerardo Omar de Jesús Astorga Ibarra
Coasesor



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

Torreón, Coahuila, México

Junio 2026



DEDICATORIAS

A mis padres, Claudia Ramírez Medrano y Francisco Osvaldo Gutiérrez Mojica, por su amor, esfuerzo y apoyo incondicional durante toda mi vida y formación académica. Gracias por confiar en mí, motivarme y acompañarme siempre en cada meta y sueño.

A mis abuelos, tantos a quienes aún me acompañan como a aquellos que hoy ya no están físicamente conmigo. Gracias por sus consejos, enseñanzas, cariño y por haber dejado una huella muy importante en mi vida.

A mis tíos y demás familiares, por su apoyo, comprensión y palabras de ánimo a lo largo de este camino.

Asimismo, agradezco y dedico este trabajo a la familia que me brinda su apoyo durante mi estancia fuera de casa, ya que al ser foráneo encontré compañía, ayuda y motivación.

A mi novia, Mariana Paredes, por su cariño, paciencia y apoyo incondicional durante este proceso. Gracias por acompañarme en los momentos difíciles.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios, por darme la vida, salud, sabiduría y la oportunidad de concluir esta etapa de mi vida profesional.

A mi asesor de tesis, Dr. Ramiro Avalos, por la oportunidad, por su orientación, tiempo, paciencia y conocimientos compartidos durante el desarrollo de este trabajo.

A mis profesores, quienes contribuyeron a mi formación académica y profesional a lo largo de la carrera, compartiendo sus enseñanzas y experiencias.

A mis amigos y compañeros de la carrera, Karen, Eduardo, Saul, Almir, Alexis, Rebeca, Anahi, America, Gabriel, Guillermo, Sehyla, Samantha, por su apoyo, amistad y por acompañarme durante este proceso universitario, haciendo de esta una experiencia inolvidable.

A los médicos, Adrián Plascencia y María Fernanda García, por permitirme aprender, adquirir experiencia y brindarme apoyo durante mi formación específica.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, por darme las herramientas, conocimientos y oportunidades necesarias para mi crecimiento académico y profesional.

RESUMEN

La crianza de becerros lecheros representa una etapa fundamental dentro de las explotaciones lecheras, debido al adecuado manejo tanto alimenticio como sanitario, ya que influye mucho en el desarrollo de los animales durante sus primeros días de vida. El objetivo del presente estudio fue estimar el costo de producción de becerros lecheros suplementados con inmunoglobulinas específicas durante los primeros 30 días de vida. Para estimar el costo de la alimentación de los becerros lactantes alimentados con diferente sistema de alimentación se consideró el precio por L de leche reconstituido, AI (costo de venta de la empresa proveedora) y costo de las inmunoglobulinas específicas. Los resultados mostraron que el costo de alimentación por becerro durante los primeros 30 días fue estimado en \$1,660.71 pesos, mientras que el costo integrado por kilogramo ganado fue de \$259.48 pesos.

Palabras clave: Alimentación, Becerro, Calostro, Costo

Índice general

DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
RESUMEN.....	iii
Índice general	iv
Índice de cuadros	v
Índice de Figuras	vi
1.INTRODUCCIÓN	1
2.REVISIÓN DE LITERATURA	3
234.7. Transferencia De Inmunidad Pasiva.	3
2.2. Calostro: Manejo y Calidad.	5
2.3. Alimentación	8
2.4. Costos de producción de los animales	10
2.5. Costos de alimentación de los animales.....	12
2.6. Costos de tratamientos.....	15
2.7. Consumo de concentrado	17
3.MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
5.CONCLUSIONES	26
6.LITERATURA CITADA	27

Índice de cuadros

Cuadro 1 Ingredientes del sustituto de leche utilizado en la alimentación de los becerros lactantes.	21
Cuadro 2 Ingredientes del concentrado iniciador utilizado en la alimentación de los becerros lactantes.	23
Cuadro 3 Costo de alimentación e integrado en becerros Holstein suplementados con inmunoglobulinas específicas durante los primeros 30 días de vida.	24

Índice de Figuras

Figura 1 Preparación del sustituto de leche para la alimentación de los becerros.	
.....	21
Figura 2 Medición de altura y peso de becerro.	22

1. INTRODUCCIÓN

El futuro de una explotación depende de las novillas de remplazo, por lo cual es muy importante llevar una correcta gestión y toma de decisiones ya que esto tendrá impacto en la sostenibilidad de la explotación o hasta de la industria lechera. Las actividades y procedimientos que se realizan en la nutrición, prevención de enfermedades y el confort de las novillas se ven reflejadas en el crecimiento y desarrollo de estas (Heinrichs *et al.*, 2005; Bach *et al.*, 2008).

El disponer de un cierto número de novillas para remplazo es una parte fundamental de las explotaciones lechera para así tener un numero constante de rebaño y que este sea sostenible económicamente (Zanton y Heinrichs, 2005). Esto lo podemos lograr tomando en cuenta técnicas que nos permitan mejorar la fertilidad, así como, usar semen sexado para siempre asegurar el mayor número de vaquillas y estas estén disponibles para la su explotación (DeVries, 2017).

MohdNor et al. (2015) nos menciona algo similar a los autores anteriores, nos indica que ciertas empresas productoras se quedan con todas las novillas nacidas para así estar listo ante un evento en el que se tengan que usar más reposiciones de las previstas, pero el tener una cantidad máxima de vaquilla nos puede genera una exigente carga económica a nuestros criadores.

El tiempo de crianza de una novilla no se cataloga como productivo si lo vemos del lado financiero, y durante el periodo en el que se está conlleva un efecto en el coste total de la crianza hasta que pueda ser una productora. Una novilla normalmente se considera productora o generadora de ingresos a los 24 meses a comparación de una que este pariendo a los 30 meses, pero esto tiene un mayor efecto económico

ya que debemos garantizar una tasa de crecimiento adecuada en menor tiempo (Tozer, 2000).

De acuerdo con la investigación de Heinrichs et al. (2013), nos da a conocer que alrededor de los últimos años el costo de criar novillas ha incrementado, pudiendo alcanzar una media de 1808 dólares, esta cantidad abarca del nacimiento hasta el destete, en donde, la alimentación llega a representar el 73% de los costos totales.

Otros gastos por tomar en cuenta son los de la mortalidad, ya que no solo cuenta el valor monetario del animal, sino, el valor genético de este que la empresa pierde (Henderson et al., 2011).

Zanton y Heinrichs (2005) nos dicen que hay explotaciones que no consideran que la gestión y el cuidado de novilla en su periodo pre-productivo influye a futuro en su productividad y su potencial de generar ingresos al llegar a su primera lactancia y posteriores.

Objetivo

Estimar el costo de producción de becerros lecheros suplementados con inmunoglobulinas específicas durante los primeros 30 días de vida.

Hipótesis

Al suministrar inmunoglobulinas específicas disminuye el costo de producción en becerros lecheros.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Todo ternero que nace carece de inmunidad innata y de función ruminal. Aquí comienzan dos importantes retos para ellos que son: adquirir la inmunidad, desarrollarse y alimentarse como no rumiante hasta que este podrá desarrollar su función del rumen. La madre es la encargada de transferirle esta inmunidad por medio del calostro al ternero y este pueda absorber anticuerpos antes de que este los empiece a desarrollar por sí solo. La dieta de un ternero que está en desarrollo es a base líquidos (leche), pero se le debe de ir administrando un cierto porcentaje de dieta seca para desarrollar su rumen y también así poder destetarlo. Se debe de realiza siguiendo ciertos pasos, gestiones y prácticas que han sido investigadas desde hace años (Kertz *et al.*, 2017).

Ahora bien, regresando al tema de costos, el costo de la crianza de novillas lecheras hasta el destete mostraba una gran variabilidad, dependiendo la mayoría del sistema de alimentación implementado en la unidad, especialmente en la cantidad de leche ofrecida y el periodo por el cual se ofrecía. Por otro lado, las prácticas de la granja relacionadas con la higiene, el confort y el alojamiento también tienen cierto impacto en los costos, pero de menor impacto. No obstante, los efectos indirectos de estas condiciones, como lo es el impacto sobre la capacidad de termorregulación y la incidencia de enfermedades en los animales pueden ser difíciles de estimar económicamente (Boulton *et al.*, 2015).

234.7. **Transferencia De Inmunidad Pasiva.**

La transferencia pasiva de inmunidad (TIP) es un proceso fundamental en el que la novilla obtiene inmunoglobulinas (Ig) a partir del calostro durante las primeras horas

posteriores al nacimiento. En los rumiantes la placenta no deja pasar estas moléculas durante la gestación, por lo que las novillas nacen sin anticuerpos y dependen totalmente de la absorción de Ig maternas por medio de su intestino delgado (Barrington y Parish, 2001; Castro *et al.*, 2011).

La absorción de Ig es más eficiente únicamente durante un periodo limitado tras el parto. Queda demostrado que las Ig alcanzan una mayor eficiencia dentro de las primeras 4 horas, disminuyendo de forma progresiva con el paso de las horas posteriores al nacimiento (Besser *et al.*, 1985; Michanek *et al.*, 1989). Una TIP adecuada se relaciona con importantes beneficios tanto sanitarios como productivos, como una menor incidencia de enfermedades, reducción de mortalidad antes y después del destete, mejor ganancia de peso y una mayor producción de leche en la primera y segunda lactancia (Robison *et al.*, 1988; DeNise *et al.*, 1989; Wells, 1996; Faber *et al.*, 2005; Lombard *et al.*, 2020).

Se considera que una transferencia pasiva fue adecuada cuando a las 24 horas de vida la cantidad de IgG en suero supera los 10 mg/ml (Quigley, 2002). Para poder estimar este valor, es común el uso de métodos indirectos como el refractómetro Brix o la medición de proteínas totales séricas (STP), los cuales permiten una evaluación práctica en condiciones de campo (López y Heinrichs, 2020).

No obstante, se pueden presentar problemas en la absorción de Ig, lo cual puede provocar que los terneros presenten bajas concentraciones de suero sanguíneo. Esta deficiencia en la transferencia de inmunidad pasiva incrementa las posibilidades de tener más susceptibilidad a enfermedades, principalmente diarreas y problemas respiratorios como lo son las neumonías, asimismo, aumenta su riesgo

de morir durante las primeras etapas de vida. También una deficiente inmunidad puede incrementar los gastos por la aplicación de tratamiento y afectar su desarrollo (Nocek *et al.*, 1984; Hancock, 1985; Robinson *et al.*, 1988).

A los problemas de absorción de Ig se le conoce como falla en la transferencia de inmunidad pasiva (FTIP) e influye al desarrollo de enfermedades en los terneros. En EE. UU. Se ha reportado que aproximadamente el 35% de las terneras presentan un FTIP, lo cual se convierte en un problema de gran importancia económica debido al aumento de costos por tratamiento, mortalidad y disminución del desempeño productivo (Morein *et al.*, 2007)

Para poder conocer si una TIP se realizó de manera adecuada, se han desarrollado diversos métodos diagnósticos que permiten medir la concentración de Ig sérica. Las técnicas más utilizadas son la inmunodifusión radial y diferentes pruebas de ELISA, que nos ayudan a determinar la eficacia de la absorción de anticuerpos provenientes del calostro (Filteau *et al.*, 2003).

Las técnicas mencionadas anteriormente suelen ser costosas y requieren de laboratorios especializados para su realización. Por ello, se utilizan métodos indirectos para calcular la concentración de Ig, como se mencionó anteriormente uno de estos es la de medir las STP, debido a que es una técnica más práctica y económica (Wallace *et al.*, 2006; Trotz-Williams *et al.*, 2008)

2.2. Calostro: Manejo y Calidad.

El calostro es fundamental para el ternero, ya que le aporta anticuerpos, nutrientes y sustancias que ayudan al desarrollo de su sistema digestivo y de sus defensas

(Hammon *et al.*, 2019). Para que el animal tenga un buen inicio de vida, es indispensable que reciba calostro a tiempo, en cantidad suficiente y con buena calidad. Dado que la diarrea grave es una de las principales causas de mortalidad en crías recién nacidas, el manejo adecuado de la alimentación con leche, y en especial la correcta administración de calostros durante los primeros días de vida, resulta fundamental para lograr una crianza exitosa (Urie *et al.*, 2018).

El hecho de que los terneros contraigan enfermedades a corta edad pudo haber creado el pensamiento de que estos nacen sin anticuerpos, por lo que Kampen *et al.* (2004) nos dice que estos si nacen con un sistema inmune, contienen la misma cantidad de leucocitos responsables de la inmunidad innata celular. Así que, un ternero básicamente nace sin una inmunocompetencia, obligando al productor a tomar decisiones respecto al desarrollo de la inmunocompetencia en cuanto antes (Hulbert y Moisa, 2016).

La calidad del calostro se relaciona con la cantidad de IgG que contiene, siendo deseable que supere los 50 g/L. Sin embargo, esta concentración puede variar mucho entre vacas, por lo que se recomienda no usar calostro de animales enfermos ni mezclar calostro crudo de diferentes vacas, ya que esto puede aumentar el riesgo de transmitir enfermedades (Godden, 2008).

Para conservar el calostro sin perder sus propiedades, se pueden utilizar métodos como la congelación, la fermentación o el uso de ácido láctico (Foley y Otterby, 1984). También se ha visto que la pasteurización a baja temperatura, a 60°C durante una hora, ayuda a eliminar bacterias como *E. coli* y *Salmonella* sin afectar los anticuerpos presentes en el calostro (McMartin *et al.*, 2006; Godden *et al.*, 2006).

Es crucial que en los primeros momentos después del parto se le enseñe al becerro a tomar de biberón y posteriormente poco a poco a tomar de una cubeta, un punto a favor es que el uso de calostro puede favorecernos en el procedimiento de enseñanza (Hulbert y Moisa, 2016).

El calostro suele ofrecerse con biberón o cubeta, aunque cuando la novilla no quiere o no puede succionar, es recomendable usar un alimentador esofágico para asegurarse de que consuma el volumen necesario (Heinrichs *et al.*, 1994). Incluso en estos casos, el calostro llega rápidamente al estómago y puede ser aprovechado por el animal (Lateur-Rowet y Breukink, 1983).

Si se detecta un ternero que este en muy mala situación o bajo de energía es muy importante que se realice alguna estrategia ya que este ocupa algo más que su alimentación por sonda para evitar la muerte (Hulbert y Moisa, 2016).

El animal que presente un bajo vigor se deberá de considerar el uso de medicación como lo son los analgésicos, un cuidado intensivo en su termorregulación para que beneficie la absorción de Ig, ya que ciertos signos anormales como lo son la inflamación y la falta de oxígeno pueden interferir en la transferencia de Ig, aunque el calostro sea de la mejor calidad y la cantidad suficiente (Murray y Leslie, 2013).

Mantener un buen control del proceso y contar con siempre con un calostro de buena calidad es clave para que el programa de alimentación funcione correctamente (López y Heinrichs, 2020; Mason *et al.*, 2021).

2.3. Alimentación

El bienestar animal es un concepto amplio que incluye la posibilidad de que el animal exprese sus comportamientos naturales motivados, su estado emocional y su salud (Fraser, 2009). No obstante, las modificaciones en las prácticas de manejo pueden implicar compensaciones, ya sean objetivas o percibidas, entre las distintas dimensiones del bienestar (Doyle *et al.*, 2024).

Las practicas que se realizan en los primeros días de vida de la becerras son esenciales para su desempeño en el futuro. De acuerdo con Cabral (2014) es recomendable alojar a las becerras de manera individual con el fin de disminuir el contagio de enfermedades, además de proporcionar una alimentación de acuerdo con sus requerimientos. Asimismo, deben contar con acceso completo a agua y deberá recibir atención veterinaria en caso de enfermedad.

En este sentido, dentro de las estrategias de manejo que son de gran interés se encuentra el alojamiento social de los terneros, el cual les favorece en la expresión del comportamiento y a mitigar el estrés mediante el contacto social. De igual forma, se ha señalado la importancia de suministrar mayores cantidades de leche con el fin de reducir la sensación de hambre en esta etapa (Costa *et al.*, 2019).

Es necesario que se implemente un programa de alimentación con leche de manera intensiva para explotar el potencial de crecimiento y desarrollo de las novillas antes del destete. Estos programas nos favorecen en el incremento de peso corporal y la adecuada maduración de los órganos, reduce la sensación de hambre, lo cual estas

características nos pueden contribuir a la resistencia contra enfermedades en la etapa antes del destete (Hammon *et al.*, 2019).

Que aun así teniendo esto en cuenta, algunos productores aplican restricciones en la alimentación de leche, sabiendo que al estarlos alimentando a temprana edad con leche estos expresan una mejor eficiencia en la conversión alimenticia y mejores tasas de crecimiento (Raeth-Knight *et al.*, 2009; Khan *et al.*, 2011; Soberon *et al.*, 2012).

Sin embargo, Downey y Tucker (2026), argumentan que un ternero que tenga alimentación con leche restringida o limitada es muy probable que este consuma la misma cantidad de agua que de leche ofrecida, esto puede deberse por la necesidad de hidratación, por algún instinto de succión o simplemente para saciarse.

De acuerdo con un estudio realizado por Khan *et al.* (2011), los terneros que se separaban de manera individual presentaron un mayor aumento de peso diario del día 1 al 63. Los terneros que no se separan de su madre pueden alimentarse con 6-12 kg de leche al día, en tomas variadas de aproximadamente 10 minutos, lo que nos da como resultado que una alimentación más frecuente es lo más parecido a su naturaleza.

De acuerdo con la NRC (2001), siempre se debe de considerar que la temperatura del ambiente puede tener algún efecto negativo en el ternero relacionado a su eficiencia de la conversión alimenticia.

2.4. Costos de producción de los animales

El objetivo principal de los programas de reemplazo es criar animales que alcancen un peso y desarrollo adecuado a temprana edad, permitiendo que inicien la pubertad, logren la gestación y lleguen al parto en el momento adecuado, tratando de mantener los menores costos de producción posibles (Beharka *et al.*, 1998).

El conocimiento de los costos asociados a la crianza de reemplazos es fundamental en la producción lechera, ya que los animales representan aproximadamente entre el 15 y 20% de los costos totales de producción de leche. Además, la crianza de terneros constituye uno de los principales gastos dentro de las empresas lecheras, después de la alimentación y de la mano de obra. Los costos de producción pueden variar considerablemente entre explotaciones debido a las diferencias en el manejo y las prácticas de crianza (González *et al.*, 2017).

Los establos con mayores niveles de producción suelen implementar programas de recría más eficientes, enfocados en lograr mejores ganancias diarias de peso sin afectar el desempeño productivo de los animales. También se ha señalado que una adecuada tasa de crecimiento durante la etapa puede mejorar los parámetros económicos, para permitir incorporar terneras a la zona reproductiva en menos tiempo y obtener mayores beneficios productivos y económicos (González *et al.*, 2017)

Uno de los factores que hay que tener muy en cuenta en una empresa lechera es la longevidad de las vacas, ya que juega un papel muy importante en la sostenibilidad del negocio. El tener animales con una mayor longevidad quiere decir

que tendremos lactancias más rentables, esto nos favorece para así poder distribuir los costes de crianza por un largo tiempo (Dallago *et al.*, 2021; Essl, 1998).

La recría de terneros es una de las áreas menos atendidas dentro de la industria lechera, aun sabiendo que representan una parte importante de costos de producción. Los remplazos pueden abarcar entre el 15% y 20% del costo total de producción. Un manejo inadecuado, tanto nutricional como sanitario pueden afectar el crecimiento y desarrollo de terneras, lo cual afecta el desempeño reproductivo y productivo (Annexstad, 1986; Place *et al.*, 1998).

Un estudio realizado por Johnson *et al.* (2007), llegaron a la conclusión de que los terneros más grandes en el grupo no tuvieron un aumento significativo en su peso diario ni ganancia de altura entre el día 1 al día 63. Un ternero de menor tamaño puede ser causado por una falta de crecimiento intrauterino, pudiéndose recuperar en la etapa posnatal (Swali y Wathes, 2007).

La mortalidad y morbilidad de los machos antes del destete no se ha documentado en la literatura, pero siempre se espera que los porcentajes de estos sean mayores a los de las hembras ya que siempre se tiene un riesgo mayor de que sean concebidos en un parto prematuro (Hulbert y Moisa, 2016).

El costo de producción puede aumentar en las primeras etapas de vida de las terneras causado por el crecimiento lento de estas, debido a que los animales requieren una mayor cantidad de nutrientes en etapas posteriores, además de que se puede aumentar la edad al parto y disminuir el peso corporal al momento de este, afectando la rentabilidad de la crianza de remplazos (Heinrichs *et al.*, 2010)

Los costos totales de crianza de un ternero desde el nacimiento hasta los 4 meses de edad bajo un sistema de crianza en una finca, el costo fue de aproximadamente \$442.97 dólares, con una variación de $\pm$ \$37.42 dólares, lo que demuestra una diferencia entre los costos de manejo y alimentación entre empresas (Elizondo y Vargas, 2015).

En una población de 510 terneras evaluada por Rocha et al. (2019), se registró una incidencia de 40.4% de diarrea y un 8.4% de diarrea en conjunto con problemas respiratorios, lo que generó pérdidas económicas de aproximadamente \$242,000 pesos debido a tratamientos y mortalidad.

2.5. Costos de alimentación de los animales

La alimentación representa uno de los principales costos de la crianza de terneros, claramente la etapa de lactancia es la que resulta ser más costosa ya que se utilizan sustitutos lácteos y/o alimento iniciador. El disminuir la cantidad ofrecida o la calidad del producto puede reducir los costos, estas decisiones pueden afectar negativamente al desarrollo y crecimiento de los animales (Kertz *et al.*, 1998).

Los sustitutos de leche o la leche misma son productos alimenticios para los terneros de cierta manera costosos. Teniendo en cuenta esto es importante limitar la cantidad y el momento de su uso para que resulte más económico (Davis y Dracley, 1998).

El alimento sólido o pienso con el que se alimenta a los animales está hecho a base de ingredientes compatibles y agradables para los terneros, los cuales contienen cereales y semillas oleaginosas, lo cual nos permite que el sistema digestivo realice

cambio más agradable de la leche al alimento sólido y mejorar el consumo de este (Terler *et al.*, 2021).

De acuerdo con Khan *et al.* (2016), los ingredientes anteriores carecen de fibra detergente neutro, lo cual es relevante para que ternero desarrolle a una edad temprana su rumen y ciertos procesos digestivos como lo son, músculos, pilares, estratificación y fermentación.

Como se ha descrito la alimentación abarca la mayor parte de los gastos con relación a la crianza, calculando que abarca un 60% de esta (Gabler *et al.*, 2000), por lo que se esperaría que al reducir el costo de la alimentación también habría un camino significativo en el costo total de la crianza de terneros.

Diversos autores han reportado variaciones en los costos de alimentación durante la crianza de terneros. Uno de estos es Heinrichs *et al.* (2013) quien registro gastos que oscilas los \$760 y \$2000 pesos en establos de Pensilvania, EE. UU.

Se registraron costos de \$2686 y \$2696 pesos en terneros en los cuales se le administraron *Bacillus subtilis* PB6 en sus primeros 60 días. Se genero un gasto de \$87.31 a \$91.09 pesos por kg ganado de cada ternero (Peña *et al.*, 2020).

En el año 2020 Peña-Revuelta *et al.* (2020) reportaron costos de alimentación que variaron entre \$2549 y \$3629 pesos de terneras que se alimentaron con leche entera en su periodo de lactancia, además de diferentes tipos de alimento iniciador y alimento iniciador con forraje (alfalfa).

De acuerdo con el estudio de Elizondo-Salazar y Vargas-Ramirez (2015), los costos de alimentación abarcan un 64.45% del costo total, que en unidad monetaria son

\$285.51 dólares. Dentro de ese porcentaje el alimento balanceado es el que ocupa mayor gasto con \$108.86 dólares (24.57%), seguido por el lactorreemplazador con \$90.93 dólares (20.53%), la leche integra \$60.97 dólares (13.76%), mientras que el suplemento calostroal tuvo un costo de \$6.26 dólares (1.41%). Los costos relacionados con el agua y el complejo vitamínico fueron mínimos, con valores de \$0.02 y \$0.13 dólares.

González et al. (2017), realizó un experimento en el que las terneras lactantes recibieron diferentes cantidades y tipos de sustituto de leche. El cual el costo total de alimentación por becerro osciló entre \$1,180.80 y \$1,924.80 pesos durante la lactancia. Un grupo A presentó menor costo a un grupo D por el tipo de sustituto de leche. El costo integrado por kilogramo de peso ganado varió entre \$43.70 y \$55.10 pesos, observándose una diferencia entre diferentes tipos de sustitutos lácteos.

De acuerdo con Vera (2020), los costos de alimentación variaron según el tipo de dieta y la edad al destete. Durante su estudio de 90 días los costos totales oscilaron entre \$137.64 y \$157.77 dólares por ternero. El menor costo reportado se observó en los animales alimentados con sustituto lechero y destetados a los 30 días, mientras que el mayor gasto correspondió a la alimentación con leche entera con destete a los 45 días. El destete rápido y el uso del sustituto de leche permitieron reducir aproximadamente un 15% de los costos de alimentación, demostrando una mayor eficiencia económica durante la crianza de los terneros.

2.6. Costos de tratamientos

Las enfermedades afectan directamente al ternero y con ello claramente su desarrollo, ciertas enfermedades como diarrea, enfermedades respiratorias e infecciones umbilicales, afectando negativamente a la ganancia de peso y a la ganancia de altura de 1 a los 63 días (Johnson *et al.*, 2007). Los terneros jóvenes sufren de mucho estrés cuando se les transporta de un lugar a otro dentro de la primera semana de vida, lo que conlleva a que estos presenten enfermedades entéricas, en EE. UU. La mortalidad es elevada y más de la mitad de las bajas son causadas por diarrea (NAHMS, 2007).

Estos animales durante la primera semana de vida son más propensos a adquirir enfermedades entéricas, y a partir de las 4 semanas de edad es en donde las enfermedades respiratorias toman su lugar como un peligro principal (Svensson *et al.*, 2003). Las enfermedades gastrointestinales representan una de las enfermedades más frecuentes en terneros al destete, lo que nos afecta en un 21% de los animales en unidades de producción en EE. UU., la mayoría de los casos requieren tratamiento con antimicrobianos, lo que resulta en un aumento de los costos durante la crianza (Urie *et al.*, 2018).

La diarrea aguda durante el periodo pre-destete es una de las principales causas de mortalidad en terneros, ya que se sabe que provoca alrededor del 75% de las muertes tempranas. Las diarreas generan importantes pérdidas económicas debido a su alta incidencia y a costos que se asocian a los tratamientos y disminución de la productividad (Uhde *et al.*, 2008). Es muy importante valorar la resistencia del ternero ante la enfermedad y ver la respuesta del tratamiento hacia esta. Signos

patológicos como la deshidratación y la septicemia pueden actuar a favor de la mortalidad y morbilidad (Fecteau *et al.*, 1997).

Un ternero con una vivacidad decadente es poco probable que este tenga la capacidad de beber electrolitos orales por su cuenta cuando este pasa por alguna enfermedad. Estos animales necesitan administración parenteral de líquidos, ya sea oral (mediante sonda esofágica) o venosa (Smith y Berchtold, 2014).

Los costos de tratamientos en terneros pueden variar considerablemente entre establos, depende del nivel de manejo y de los productos que se administran para mejorar la salud de los animales, ya sea antibióticos, sueros, antipiréticos, electrolitos y protectores de mucosa intestinal (González *et al.*, 2022).

Ciertas enfermedades como la diarrea y los problemas respiratorios afectan considerablemente la salud de los terneros. En un estudio realizado por Peña *et al.* (2025), se evaluaron 1072 animales, las enfermedades antes mencionadas generaron pérdidas económicas por aplicación de tratamientos y mortalidad de aproximadamente \$1,034,197.37 pesos. Sumándole a esto que la alta incidencia de casos puede incrementar las tasas de desechos y los costos.

Rocha *et al.* (2019), obtuvieron resultados de costos respecto a los costos de tratamientos en terneras con problemas de diarrea, en donde se concluyó que el costo de tratamiento por animal fue de \$67 pesos por día, en el cual se administró el tratamiento por un promedio de 4.03 días, dando como total un costo de \$270 pesos por animal.

En terneras que presentaban diarrea y neumonía (infección mixta) genero un costo de \$148 pesos por animal al día, estos tratamientos se dieron en un promedio de 8.18 días, lo que genero un gasto de \$1210.64 pesos por animal (Rocha *et al.*, 2019).

2.7. Consumo de concentrado

Cada vez más las empresas encargadas de la producción lechera se preocupan más por la nutrición de los terneros, por lo que el desarrollo prematuro de los compartimentos pre-estomacales, la función ruminal y su fermentación, actualmente se han convertido en aspectos cruciales en la cría de los terneros (Poier *et al.*, 2022).

La activación de la fermentación ruminal en los terneros es un evento fisiológico muy importante en su vida, esto quiere decir que nos da como resultado un desarrollo de diversos microorganismos específicos y diversos que actúan de manera funcional como estructural (Amin y Seifert, 2021).

Durante años a los empresarios ganaderos se les ha aconsejado que desde muy temprana edad se les debe de restringir la ingesta de leche a los terneros, esto para que el animal se vea forzado a alimentarse con alimento seco y así llevar a cabo un destete (Khan *et al.*, 2011).

De acuerdo con De Paula Vieira *et al.* (2012), observo que los terneros alojados con otro de edad más avanzada a comparación del alojamiento individual, el ternero se ve más estimulado respecto al consumo de concentrado previo al destete.

Se ha demostrado en terneros de carne que en rumen y heces habitan una amplia variedad de bacterias, sin embargo se han encontrado que el suministro de

concentrado a llegado a disminuir los géneros bacterianos que están relacionados con la degradación de la fibra en rumen (Lourenco *et al.*, 2020).

Por otro lado, Beharka *et al.* (1998), propuso que las raciones abundantes en carbohidratos estructurales puedes actuar de manera positiva en el rumen de los terneros, demostrando que hay una abundante presencia de bacterias celulolíticas y una estabilidad de pH ruminal. El problema que podemos encontrar en todo esto es que la cantidad como la calidad del forraje puede repercutir de manera negativa a la microbiota intestinal del ternero.

Hartinger *et al.* (2022), demostró en su estudio que en proceso de transición de lechen a dieta solida hay un hay una notable composición variable de bacterias en el líquido ruminal como en las heces del ternero, que estas se pudieron haber visto comprometidas por la calidad del heno y la adición de concentrado. Por lo que obtuvo como resultado un microbiota ruminal e intestinal abundante y diversa, logrando así una fermentación microbiana.

En ciertos sistemas lecheros intensivos se limita la alimentación de los terneros, un ejemplo es Estados Unidos se da menos cantidad de la que es recomendada dar, ya que dan 4-8 litros por día a comparación de otros lugares que dan de 8-12 litros por día (Jasper y Weary, 2002; USDA, 2016). Normalmente no se les alimenta con concentrado al nacer, si no, alrededor de los 10 días de nacidos se les comienza a dar un concentrado iniciador a base de cereales, el forraje como el heno se lo comienzan a ofrecer alrededor de los 36 días de edad (USDA, 2016).

Ciertos autores expresan que la falta de forraje puede causar efectos negativos en el desarrollo y exhibición de sus comportamientos alimentarios, específicamente en las primeras etapas de la vida. El forraje es más complicado de disolver que el grano, lo cual provoca que el ternero le dedique más tiempo y esfuerzo al momento de masticar y de rumiar (Khan *et al.*, 2011; Castells *et al.*, 2012).

De acuerdo con el estudio realizado por Downey y Tucker (2026), indica que la alimentación dada con grano grueso lo podemos comparar con el uso de heno ya que ambos pueden resultar en un buen desarrollo ruminal, solo que como única variación la rumia a un mismo nivel.

Pero debemos saber que el uso de los concentrados de inicio está hechos a base de almidón lo que es altamente fermentable en rumen, como consecuencia de esto podemos aumentar la probabilidad de adquirir problemas de salud ruminal y metabólica (Terler *et al.*, 2022).

De acuerdo con Khan et al. (2016), también refiere que los alimentos concentrados iniciadores están relacionados completamente con problemas de salud para los terneros, causando alteración en la función ruminal, salivación y en general del sistema gastrointestinal.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

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 Torreon en el estado de Coahuila de Zaragoza.: este se encuentra localizado en la región semidesértica del norte de Mexico 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 una 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%.

Manejo de animales

Para observar el desarrollo de becerros lactantes se seleccionaron 12 becerros de manera aleatoria, los cuales fueron separadas de la madre al nacimiento y alojados individualmente en jaulas de metal previamente lavadas y desinfectadas. Los animales se compraron en una Unidad de Producción Lechera de la Comarca Lagunera, posteriormente fueron trasladados a las instalaciones de la UAAAN UL para su alimentación y desarrollo. Los tratamientos utilizados fueron los siguientes: T1=testigo 0 gr, T2= 15 gr al nacimiento, T3= 30 gr, 15 gr al nacimiento, 15 gr 48 h después de la primera aplicación.

Se ofreció sustituto de leche (Cuadro 1) a razón de 140 g por litro de agua, diariamente se suministraron cuatro litros (dos L 7 am y dos L 4 pm) de lecha al día

(Figura 1) 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 Ingredientes del sustituto de leche utilizado en la alimentación de los becerros lactantes.

Ingrediente		%
Humedad	Máxima	5.0
Proteína Cruda	Mínima	20.0
Grasa Cruda	Mínima	20.0
Fibra Cruda	Máxima	0.15
Cenizas	Máxima	6.5
E. L. N.	Mínima	45.0



Figura 1 Preparación del sustituto de leche para la alimentación de los becerros.

Peso de los animales

Para obtener el peso de los animales durante el estudio se utilizó una báscula ganadera (PG-2000, Torrey ®), el pesaje se realizó al nacimiento y al destete (Figura 2).



Figura 2 Medición de altura y peso de becerro.

Suministro de alimento iniciador

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 destete de los becerros (50 días de vida respectivamente). Cada tratamiento constó de 12 repeticiones considerando a cada becerro como una unidad experimental. Se ofreció agua a libre acceso a partir del segundo día de vida.

Cuadro 2 Ingredientes del concentrado iniciador utilizado en la alimentación de los becerros lactantes.

Ingrediente		%
Humedad	Máxima	13.0
Proteína Cruda	Mínima	21.5
Grasa Cruda	Mínima	3.0
Fibra Cruda	Máxima	8.0
Cenizas	Máxima	7.0

Análisis de costos

Para estimar el costo de la alimentación de los becerros lactantes alimentados con diferente sistema de alimentación se consideró el precio por L de leche reconstituido, AI (costo de venta de la empresa proveedora), costo del alimento iniciador y precio de las inmunoglobulinas específicas.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con relación al costo de alimentación (Cuadro 3) de becerros suplementados con inmunoglobulinas específicas fue de \$1,660.71 pesos durante los primeros 30 días de vida de los animales, obteniendo como valor integral por kilogramo ganado de \$259.48 pesos. De igual manera, González et al. (2017), resultaron con gastos similares que oscilan los \$1,180 a \$1,924 pesos en terneros que estaban en etapa de lactancia, el costo dependía de la cantidad y la calidad del sustituto de leche que se ofreció.

Cuadro 3 Costo de alimentación e integrado en becerros Holstein suplementados con inmunoglobulinas específicas durante los primeros 30 días de vida.

Variable	2 + 2 L
Consumo de sustituto de leche becerro/lactancia (L)	120
Costo leche/becerro/lactancia \$	1382.4
Consumo promedio de concentrado iniciador/becerro/lactancia (kg)	2.6
Costo de concentrado iniciador \$ (kg)	9.35
Costo concentrado/becerro/lactancia \$	24.31
Costo de inmunoglobulinas (unidad) \$	254.00
Costo sustituto de leche/concentrado/becerro/lactancia \$	1,660.71
Costo integrado por kg ganado \$	259.4

*11.52 pesos/costo de producción por L de leche reconstituido

Fuente: Elaboración Propia

Por otra parte, Peña et al. (2020), documentaron ciertos costos de alimentación que variaron de \$2,686 y \$2,696 pesos en terneros a los que se les administraron *Bacillus Subtilis* PB6 en sus primeros 60 días. Se generó un gasto de \$87.31 a \$91.09 pesos por kilogramo ganado de cada ternero.

Del mismo modo Peña-Revuelta et al. (2020), registraron costos de alimentación que variaron de \$2,549 a \$3,629 pesos, de terneras que se alimentaron con leche entera en su periodo de lactancia, además de diferentes tipos de alimento iniciador y alimento iniciador. Dentro de esto presentaron menores costos por kilogramo ganado del animal, los cuales variaron de \$60.37 a \$84.20 pesos.

Comparando con Elizondo-Salazar y Vargas-Ramírez (2015), los costos de alimentación abarcaron el 64.45% del costo total, que en cantidad monetaria son \$285.51 dólares, esto abarca la etapa de una ternera criada de 0 a 4 meses. Teniendo como el mayor gasto el alimento balanceado, con un egreso de \$108.86 dólares, que a comparación del suplemento calostrado tuvo un costo de \$6.26 dólares.

En cambio, con González et al. (2017), evidenciaron que el costo total de alimentación por becerro osciló entre \$1,180.80 y \$1,924.80 pesos durante la lactancia. El costo integrado por kilogramo de peso ganado varió de \$43.70 y \$55.10 pesos, observándose una diferencia entre los distintos tipos de sustitutos lácteos.

Asimismo, Vera (2020), menciona que durante su estudio de 90 días los costos totales oscilaron entre \$137.64 y \$157.77 dólares por ternero. El menor costo reportado se observó en los animales alimentados con sustituto de leche, los cuales fueron destetados a los 30 días, presento un gasto de \$50.77 dólares a comparación de la alimentación con leche entera y un tiempo de destete de 30 días, esto produjo un gasto de \$57.42 dólares.

5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio indican que el costo de alimentación de becerros suplementados con Ig específicas fue de \$1,660.71 pesos durante los primeros 30 días de vida, obteniendo un costo integrado por kilogramo ganado fue de \$259.48 pesos. El costo depende del sustituto de leche y la cantidad de sólidos que se utilicen en la alimentación de los animales lactantes.

6. LITERATURA CITADA

- Amin, N. y Seifert, J. 2021. Dynamic progression of the calf's microbiome and its influence on host health. *Comput. Struct. Biotechnol. J.* 19(1):989-1001.
- Annexstad, J. 1986. Raise replacements economically. *Dairy Herd Management.* pp 23:20.
- Bach, A., Valls, N., Solans, A. y Torrent, T. 2008. Associations between Nondietary Factors and Dairy Herd Performance. *Journal of Dairy Science.* 91(1):3259-3267.
- Barrington, G. M., y Parish, S. M. 2001. Bovine neonatal immunology. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 17(1):463-476.
- Beharka, A. A., Nagaraja, T. G., Morrill, J. L., Kennedy, G. A. y Klemm, R. D. 1998. Effects of form of the diet on anatomical, microbial, and fermentative development of the rumen of neonatal calves. *Journal of Dairy Science.* 81:1946-1955.
- Besser, T. E., Garmedia, A. E., y McGuire, T. C. 1985. Effect of colostral immunoglobulin G1 and immunoglobulin M concentrations on immunoglobulin absorption in calves. *Journal of Dairy Science.* 68(1):2033-7.
- Boulton, A. C., Rushton, J. y Wathes, D. C. 2015. A Study of dairy heifer rearing practices from birth to weaning and their associated cost on UK dairy farms. *Open Journal of Animal Science.* 5(1):185-197.
- Cabral, A. 2014. Best management practices for raising dairy calves from birth to weaning. *Dairy Science.* 1(1):41.
- Castells, L., Bach, A., Araujo, G., Montoro, C. y Terré, M. 2012. Effect of different forage sources on performance and feeding behavior of Holstein calves. *Journal of Dairy Science.* 95(1):286-293.
- Castro, N., Capote, J., Bruckmaier, R. M. y Argüello, A. 2011. Management effects on colostrogenesis in small ruminants: A review. *J. Appl. Anim. Res.* 39(1):85-93.
- Constable, P. D. 2009. Treatment of calf diarrhea: antimicrobial and ancillary treatments. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 25(1):101-120.
- Costa, J. H. C., Cantor, M. C., Adderley, N. A. y Neave, H. W. 2019. Key animal welfare issues in commercially raised dairy calves: Social environment, nutrition, and painful procedures. *Can. J. Anim. Sci.* 99(4):649-660.

- Dallago, G. M., Wade, K. M., Cue, R. I., McClure, J. T., Lacroix, R., Pellerin D. y Vasseur, E. 2021. Keeping dairy cows for longer: A critical literature review on dairy cow longevity in high milk-producing countries. *Animals (Basel)*. 11(3):808.
- Davis, C. L. y Drackley, J. K. 1998. *The Development, Nutrition, and Management of the Young Calf*. Iowa State University Press, Ames, IA.
- De Paula Vieira, A., von Keyserlingk, M. A., y Weary, D. M. 2012. Presence of an older weaned companion influences feeding behavior and improves performance of dairy calves before and after weaning from milk. *Journal of Dairy Science*. 95(1):3218-3224.
- DeNise, S. K., Robison, J. D., Stott, G. H. y Armstrong, D. V. 1989. Effects of passive immunity on subsequent production in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*. 72(1):552-554.
- DeVries, A. 2017. Economic trade-offs between genetic improvement and longevity in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 100(1):4184-4192.
- Downey, C.B. y Tucker, B. C. 2026. Onset of feeding behavior in intensively housed dairy calves. *Journal of Dairy Science*. 109(5):5625–5638.
- Doyle, S. B., Wickens, C. L., Van Os, J. M. C. y Miller-Cushon, E. K. 2024. Producer perceptions of dairy calf management, behavior, and welfare. *Journal of Dairy Science*. 107(8):6131-6147.
- Elizondo-Salazar, J.A. y Vargas-Ramírez, A. M. 2015. Determinación del costo de la crianza de terneras desde el nacimiento hasta el destete en una lechería comercial especializada. *Revista Nutrición Animal Tropical*. 9(2):1-10.
- Essl, A. 1998. Longevity in dairy cattle breeding: A review. *Livest. Prod. Sci*. 57(1):79–89.
- Faber, S. N., Faber, N. E., McCauley, T. C. y Axe, R. L. 2005. Effects of colostrum ingestion on lactational performance. *Prof. Anim. Sci*. 21(1):420-425.
- Fecteau, G., Pare, J., Van Metre, D. C., Smith, B. P., Holmberg, C. A., Guterbock, W., y Jang, S. 1997. Use of a clinical sepsis score for predicting bacteremia in neonatal dairy calves on a calf rearing farm. *Can. Vet. J*. 38:101-104.
- Filteau, V., Bouchard, E., Fecteau, G., Dutil, L. y Du Tremblay, D. 2003. Health status and risk factors associated with failure of passive transfer of immunity in newborn beef calves in Quebec. *Can. Vet. J*. 44(1):907-913.

- Foley, J. A. y Otterby, D. E. 1979. Performance of calves fed colostrum stored by freezing, fermentation, or treatment with lactic or adipic acid. *Journal of Dairy Science*. 62(1):459.
- Fraser, D. 2009. Assessing animal welfare: Different philosophies, different scientific approaches. *Zoo Biol*. 28:507–518.
- Gabler, M. T., Tozer, P. R. y Heinrichs, A. J. 2000. Development of a cost analysis spreadsheet for calculating the costs to raise a replacement dairy heifer. *Journal of Dairy Science*. 83(5):1104-1109.
- Godden, S. 2008. Colostrum management for dairy calves. *Vet. Clin. Food Anim*. 24(1):19-39.
- Godden, S., McMartin, S., Feirtag, J., et al. 2006. Heat-treatment of bovine colostrum II: Effects of heating duration on pathogen viability and immunoglobulin G. *Journal of Dairy Science*. 89(1):3476–83.
- González, A. R., González, A. J., Peña, R. B. P., Moreno, R. A. y Reyes, C. J. L. 2017. Análisis del costo de alimentación y desarrollo de becerras de reemplazo lactantes *Revista Mexicana de Agronegocios*. 21(40):561-569.
- González, A. R., Peña, R. B. P., Ramirez, U. K.Q., González, A. J. y Díaz, R. L. F. 2022. Estimación del costo de tratamiento para diarreas y problemas respiratorios en becerras Holstein lactantes suplementadas con agua electrolizada. *Journal of Agricultural Sciences Research*. 2(17):1-10.
- Hamilton-Miller, J. M. T., 2003. The role of probiotics in the treatment and prevention of *Helicobacter pylori* infection. *Int. J. Antimicrob. Agents* 22(1):360-366.
- Hammon, H. M., Liermann, W., Frieten, D. y Koch, C. 2020. Review importance of colostrum supply and milk feeding intensity on gastrointestinal and systemic development in calves. *Animal*. 14(1):s133-s143.
- Hancock, D. D. 1985. Assessing efficiency of passive immune transfer in dairy herds. *Journal of Dairy Science*. 68(1):163-183.
- Hartinger, T., Pacífico, C., Poier, G. *et al.* 2022. Shift of dietary carbohydrate source from milk to various solid feeds reshapes the rumen and fecal microbiome in calves. *Sci. Rep.* 12(1):12383.
- Heinrichs, A. J., Heinrichs, B. S., Harel, O., Rogers, G. W. y Place, N. T. 2005. A Prospective study of calf factors affecting age, body size, and body condition score at first calving of holstein dairy heifers. *Journal of Dairy Science*. 88(1):2828-2835.

- Heinrichs, A. J., Jones, C. M., Gray, S. M., Heinrichs, P. A., Cornelisse, S. A., y Goodling, R. C. 2013. Identifying efficient dairy heifer producers using production costs and data envelopment analysis. *Journal of Dairy Science*. 96(11):7355-7362.
- Heinrichs, A. J., Wells, S. J., Hurd, H. S., Hill, G. W. y Dargatz, D. A. 1994. The national dairy heifer evaluation project: a profile of heifer management practices in the United States. *Journal of Dairy Science*. 77(1):1548–1555.
- 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.
- Henderson, L., Minglior, F., Sewalem, A., Kelton, D., Robinson, A. y Leslie, K. E. 2011. Estimation of genetic parameters for measures of calf survival in a population of holstein heifers calves from heifer-raising dacility in New York State. *Journal of Dairy Science*. 94(1):461-470.
- Hulbert, E. L. y Moisa, J.S. 2016. Stress, immunity, and the management of calves. *Journal of Dairy Science*. 99(4):3199–3216.
- Jasper, J., y D. M. Weary. 2002. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. *J. Dairy Sci*. 85(1):3054–3058.
- Kayasaki, F., Okagawa, T., Konnai, S., Kohara, J., Sajiki, Y., Watari, K., Ganbaatar, O., Goto, S., Nakamura, H., Shimakura, H., Minato, E., Kobayashi, A., Kubota, M., Nobuhiro, T., Takeda, A., Noda, H., Honma, M., Maekawa, N., Murata, S. y Ohashi, K. 2021. Direct evidence of the preventive effect of milk replacer-based probiotic feeding in calves against severe diarrhea. *Veterinary Microbiology*. 254(1):108976.
- Kechagia, M., Basoulis, D., Konstantopoulou, S., Dimitriadi, D., Gyftopoulou, K., Skarmoutsou, N. y Fakiri, E.M. 2013. Health benefits of probiotics: a review. *ISRN Nutrients*. 481651.
- Kertz, A. F., Barton, B. A. y Reutzel, L. F. 1998. Relative efficiencies of wither height and body weight increase from birth until first calving in Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*. 81(5):1479.
- Kertz, A. F., Hill, T. M., Quigley, T. M., Heinrichs, A. J., Linn, J. G. y Drackley, J. K. 2017. A 100-Year Review: Calf nutrición and management. *Journal of Dairy Science*. 100 (12):10151-10172.
- Khan, M. A., Bach, A., Weary, D. M. y von Keyserlingk, M. A. G. 2016. Invited review: Transitioning from milk to solid feed in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*. 99(2):885–902.

- Khan, M. A., Weary, D. M. y Keyserlingk, M. A. G. 2011. Invited review: effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*. 94(1):1071-1081.
- Khan, M. A., Weary, D. M. y von Keyserlingk, M. A. G. 2011. Hay intake improves performance and rumen development of calves fed higher quantities of milk. *Journal of Dairy Science*. 94(1):3547–3553.
- Lateur-Rowet, H. J. y Breukink, H. J. 1983. The failure of the oesophageal groove reflex, when fluids are given with an oesophageal feeder to newborn and young calves. *Vet. Q.* 5(1):68–74.
- Lei, W. T., Shih, P. C., Liu, S. J., Lin, C. Y. y Yeh, T. L. 2017. Effect of probiotics and prebiotics on immune response to influenza vaccination in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrients*. 9(1):1175.
- Liu, B., Wang, C., Huasai, S., Han, A., Zhang, J., He, L. y Aorigele, C. 2022. CompoundProbiotics Improve the Diarrhea Rate and Intestinal Microbiota of Newborn Calves. *Animals*. 12(1):322.
- Lombard, J., Urie, N., Garry, F., Godden, S., Quigley, J., Earleywine, T., McGuirk, S., Moore, D., Branan, M., Chamorro, M., Smith, G., Shivley, C., Catherman, D., Haines, D., Heinrichs, A. J., James, R., Maas, J. y Sterner, K. 2020. Consensus recommendations on calf- and herd-level passive immunity in dairy calves in the United States. *Journal of Dairy Science*. 103(1):7611–7624.
- Lopez, A. J. y Heinrichs, A. J. 2020. Invited review: The importance of colostrum in the newborn dairy calf. *Journal of Dairy Science*. 105(4):2733-2749.
- Lourenco, J. M. et al. 2020. Comparison of the ruminal and fecal microbiotas in beef calves supplemented or not with concentrate. *PLoS ONE* 15(1):e0231533.
- Mason, W. A., Cuttance, E. L. y Laven, R. A. 2021. The transfer of passive immunity in calves born at pasture. *Journal of Dairy Science*. 105(1):6271-6289.
- McMartin, S., Godden, S., Metzger, L., et al. 2006. Heat-treatment of bovine colostrum I: Effects of temperature on viscosity and immunoglobulin G. *Journal of Dairy Science*. 89(1):2110–8.
- Michanek, P., Ventorp M. y Westrom, B. 1989. Intestinal transmission of macromolecules in new born dairy calves of different ages at first feeding. *Res Vet Science*. 46(1):375–9.

- MohdNor, N., Steeneveld, W., Mourtis, M. C. M. y Hogeveen, H. 2015. The optimal number of heifer calves to be reared to be as dairy replacements. *Journal of Dairy Science*. 98(1):861-871.
- Morein, B., Blomquist, G. y Hu, K. 2007. Immune responsiveness in the neonatal period. *J. Comp. Pathol*. 137(1):S27-S31.
- Murray, C. F. y Leslie, K. E. 2013. Newborn calf vitality: Risk factors, characteristics, assessment, resulting outcomes and strategies for improvement. *Vet. J*. 198(4):322–328.
- NAHMS (National Animal Health Monitoring System). 2007. Dairy 2007: Heifer calf health and management practices on U.S. dairy operations. USDA:APHIS:VS. USDA, Ft. Collins, CO. Accessed Nov. 19, 2015. https://www.aphis.usda.gov/animal_health/nahms/dairy/downloads/dairy07/Dairy07_ir_CalfHealth.pdf.
- National Research Council, 2001. Nutrient requirements of dairy cattle, 4th revised edition. National Academy Press, Washington, DC, USA.
- Nocek, J. E., Braund, D. G. y Warner, R. G. 1984. Influence of neonatal colostrum administration, immunoglobulin, and continued feeding of colostrum on calf gain, health, and serum protein. *Journal of Dairy Science*. 67(1):319-333.
- Peña R. B. P., Ramirez, U. K. Q., Hermosillo, A. M. C., González, A. J. y González, A. R. 2025. Impacto económico en tratamientos de enfermedades en becerros Holstein. *Journal of Agricultural Sciences Research*. 56(1):1-11.
- Peña, R. B. P., González, A. R., Rocha, V. J. L., González, A. J. y Macías, O. E. J. 2020. Costos de alimentación en becerras Holstein suplementadas con *Bacillus subtilis* PB6 en leche entera. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 46(1):486-496.
- Peña-Revuelta, B. P., González-Avalos, R., Rocha-Valdéz, J. L., Rodríguez-Dimas, N., Hermosillo-Alba, M. C., Peña-Revuelta, L. A. y González-Avalos, J. 2020. Crecimiento y costos de alimentación de becerras lecheras con diferente régimen de alimentación. *Ciencia e Innovación*. 3(1):175-185.
- Place, N. T., Heinrichs, A. J. y Erb N. H. 1998. The effects of disease, management, and nutrition on average daily gain of dairy heifers from birth to four months. *Journal of Dairy Science* 81:1004-1009.
- Poier, G., Terler, G., Klevenhusen, F., Sharma, S. y Zebeli, Q. 2022. Replacing concentrates with a high-quality hay in the starter feed of dairy calves: II. Effects on the development of chewing and gut fermentation, and selected systemic health variables. *Journal of Dairy Science*. 105(4):3113-3128.

- Quigley, J. D. 2002. Passive immunity in newborn calves. *Adv. Dairy Tech.* 14(1):273-292.
- Raeth-Knight, M., Chester-Jones, H., Hayes, S., Linn, J., Larson, R., Ziegler, D. 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 of Dairy Science.* 92(1):799-809.
- Robison, J. D., Stott, G. H. y DeNise, S. K. 1988. Effects of passive immunity on growth and survival in the dairy heifer. *Journal of Dairy Science.* 71(1):1283-1287.
- Rocha, V. J., González-Avalos, R., Avila-Cisneros, R., Peña-Revuelta, B. y Reyes-Romero, A. 2019. Impacto económico de la mortalidad y morbilidad por enfermedades en becerras lecheras. *Abanico Veterinario.* 9(1):1-7.
- Smith, G. W., y Berchtold, J. 2014. Fluid therapy in calves. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 30(1):409-427.
- Smulski, S., Turlewicz-Podbielska, H., Wylandowska, A. y Włodarek, J. 2020. Non-antibiotic possibilities in prevention and treatment of calf diarrhoea. *J. Vet. Res.* 64(1):119-126.
- Soberon, F., Raffrenato, E., Everett, R. W. y van Amburgh, M. E. 2012. Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *Journal of Dairy Science.* 95(1):783-793.
- Svensson, C., Lundborg, K., Emanuelson, U. y Olsson S. O. 2003. Morbidity in Swedish dairy calves from birth to 90 days of age and individual calf-level risk factors for infectious diseases. *Prev. Vet. Med.* 58(1):179-197.
- Swali, A. and Wathes, D. C. 2007. Influence of primiparity on size at birth, growth, the somatotrophic axis and fertility in dairy heifers. *Animal Reproduction Science.* 102(1):22-136.
- Terler, G., Poier, G., Klevenhusen, F. y Zebeli, Q. 2022. Replacing concentrates with a high-quality hay in the starter feed in dairy calves: I. Effects on nutrient intake, growth performance, and blood metabolic profile. *Jornal of Dairy Science.* 105(3):2326-2342.
- Tozer, P. R. 2000. Least-cost ration formulations for Holstein dairy heifers by using linear and stochastic programming. *Journal of Dairy Science.* 83(1):443-451.
- Trotz-Williams, L. A., Leslie, K. E. y Peregrine, A. S. 2008. Passive immunity in Ontario dairy calves and investigation of its association with calf management practices. *Journal of Dairy Science.* 91(1):3840-3849.

- Uhde, F. L., Kaufmann, T., Sager, H., Albini, S., Zanoni, R., Schelling, E. y Meylan, M. 2008. Prevalence of four enteropathogens in the faeces of young diarrhoeic dairy calves in Switzerland. *Veterinary Record*. 163:362-366.
- Urie, N. J., Lombard, J. E., Shivley, C. B., Kopral, C. A., Adams, A. E., Earleywine, T. J., Olson, J. D. y Garry, F. B. 2018. Prewaned heifer management on US dairy operations: Part V. Factors associated with morbidity and mortality in preweaned dairy heifer calves. *Journal of Dairy Science*. 101(10):9229-9244.
- Urie, N. J., Lombard, J. E., Shivley, C. B., Kopral, C. A., Adams, A. E., Earleywine, T. J., Olson, J. D. y Garry, F. B. 2018. Prewaned heifer management on US dairy operations: part I. Descriptive characteristics of preweaned heifer raising practices. *Journal of Dairy Science*. 101(1):9168-9184.
- USDA. 2016. Dairy 2014: Dairy cattle management practices in the United States. USDA, Fort Collins, CO.
- Vera R. J. H. 2020. Comparación leche de vaca y sustituto lácteo en la alimentación de terneros mestizos destetados precozmente. *Revista Ciencia E Interculturalidad*. 27(2):1-12.
- Wallace, M. M., Jarvie, B. D., Perkins, N. R. y Leslie, K. E. 2006. A comparison of serum harvesting methods and type of refractometer for determining total solids to estimate failure of passive transfer in calves. *Can. Vet. J.* 47(1):573-575.
- Wells, S. J., Dargatz, D. A. and Ott, S. L. 1996. Factors associated with mortality to 21 days of life in dairy heifers in the United States. *Prev. Vet. Med.* 29(1):9-19.
- Zanton, G. I. y Heinrich, A. J. 2005. Analysis to assess effect of prepubertal average daily gain of holstein heifers on first-lactation production. *Journal of Dairy Science*. 88(1):3860-3867.