

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



Uso de modulador de células T sobre el desarrollo e inmunidad pasiva en becerras
Holstein Friesian

Por:

Esteban Guzmán Gurrola

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón Coahuila, México
Diciembre 2024

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

Uso de modulador de células T sobre el desarrollo e inmunidad pasiva en becerras
Holstein Friesian

Por:

Esteban Guzmán Gurrola

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

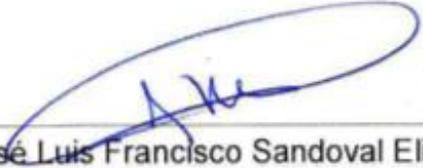
Aprobada por:


Dr. Juan Manuel Guillén Muñoz
Presidente


Dra. Zurisaday Santos Jiménez
Vocal externo


Dr. Ramiro González Avalos
Vocal


Dr. Hugo Zuriel Guerrero Gallegos
Vocal suplente


MC. José Luis Francisco Sandoval Elías
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



COORDINACIÓN DE LA
DIVISIÓN REGIONAL
DE CIENCIA ANIMAL

Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2024

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

Uso de modulador de células T sobre el desarrollo e inmunidad pasiva en becerras
Holstein Friesian

Por:

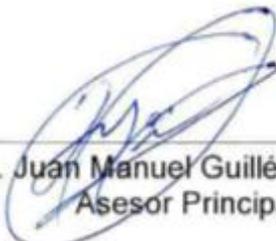
Esteban Guzmán Gurrola

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



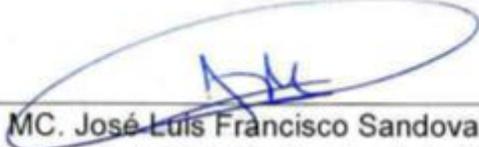
Dr. Juan Manuel Guillén Muñoz
Asesor Principal



Dra. Zurisaday Santos Jiménez
Asesor principal externo



Dr. Ramiro González Avalos
Coasesor



MC. José Luis Francisco Sandoval Elías
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2024

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, quiero expresar mi más profundo agradecimiento por darme la vida y salud, ha sido mi guía y fortaleza, quien me ha brindado la sabiduría y la inspiración necesaria para culminar este proyecto.

A MIS PADRES, Herlinda Gurrola Ordaz y Adán Guzman Legarrea, han sido siempre mi inspiración para salir adelante, me motivaron a seguir y conseguir mis sueños. Ustedes han sido ese ejemplo para seguir, gracias por sus consejos llenos de amor y sabiduría. Por eso y muchas cosas más los amo profundamente.

A MIS HERMANAS, Talía Guzman Gurrola y Patricia María Guzman Gurrola que siempre están conmigo alentándome a seguir cumpliendo mis objetivos y por demostrar su apoyo y amor constantemente.

MI ESPOSA E HIJOS, Gabriela Camacho García, mi compañera de vida, mi mejor amiga y mi mayor apoyo. Tu amor, paciencia y comprensión han sido mi fuente de inspiración y motivación durante este trayecto. Gracias por creer en mi y estar conmigo en todo momento. Mi hijo Adán Guzman Camacho, por ser mi motivación e inspiración constante. Tu hermosa sonrisa y tu amor han sido mi fuerza durante los momentos más difíciles en este proceso. Gracias por hacerme sentir orgulloso de ser tu padre. Mi pequeña Sofia Guzman Camacho, por ser mi luz y motivación desde saber que estabas en el vientre de tu madre hasta tu nacimiento, eres mi inspiración para seguir adelante. Te amo inmensamente.

A MI AMIGO, MVZ Juan de Jesús Oliva Guerrero y a su gran equipo de trabajo Innovet Laguna por su valiosa colaboración en esta investigación, su profesionalismo, tiempo y dedicación fueron de suma importancia en este proceso y son de digno reconocimiento.

A MI COMPAÑERO, de estudios Juan Ramon Gonzales Alvares por su apoyo incondicional y motivación constante durante todo el proceso de investigación. Su amistad y confianza han sido fundamentales para mi crecimiento personal y académico.

A MI ASESOR PRINCIPAL, el Dr. Juan Manuel Guillen Muñoz. Por su liderazgo y visión en esta investigación. Su gran experiencia, orientación y retroalimentación constructiva han sido fundamentales para el éxito de este proceso.

DEDICATORIAS

Lleno de alegría y amor, dedico este proyecto a cada uno de mis seres queridos, quienes han sido mis pilares para seguir adelante.

A mis padres Adán y Herlinda, mi profundo agradecimiento por sus palabras llenas de sabiduría, alentándome a seguir adelante y ser ese gran ejemplo de siempre mantener la familia unida, por su sacrificio y apoyo en todo momento.

A mi esposa Gabriela tu amor, comprensión y dedicación hacia mí, han sido de mucha ayuda para hacer esto posible, mis hijos que han sido mi fuente de energía y motivación, por llenar mi vida de amor y alegría, esta dedicatoria es un testimonio de mi gratitud y amor por todo lo que hacen por mí.

A mi querido hermano Adán Guzman Gurrola que ahora reside en el cielo. Tu recuerdo y legado viven en mi corazón, fuiste de gran inspiración y motivación.

Esta tesis es un atributo a tu memoria, a la inspiración y consejos que me brindaste durante tu estancia en este mundo. “En el cielo estas, pero en mi corazón siempre estarás”.

Con amor y respeto dedico este trabajo a la memoria de mi hermano.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS.....	ii
RESUMEN	vi
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- HIPÓTESIS	2
III.- OBJETIVO	2
IV.- REVISIÓN DE LITERATURA	3
4.1 Historia del ganado de leche.....	3
4.2 Situación mundial lechera	6
4.3 Situación actual nacional	7
4.4 Partos.....	8
4.5 Desarrollo ruminal en becerras.....	11
4.6 Alimentación en becerras	12
4.7 Refractometrías en becerras.....	14
4.8 Importancia de reemplazos	16
4.9 Tipos de inmunidad	18
4.9.1 Inmunidad innata	18
4.9.2 Inmunidad pasiva	19
4.9.3 Inmunidad adquirida	21
4.10 Productos que actúan en el sistema inmune.....	22
4.10.1 Caseína y lactosa	22
4.10.2 Ácido yatrénico.....	23
V.- MATERIALES Y MÉTODOS	26
5.1. General	26
5.2.- Ubicación	26
5.3.- Diseño experimental	26
5.4.- Variables evaluadas.....	27
5.5.- Análisis estadísticos.....	28
VI.- RESULTADOS	29
VII.- DISCUSIÓN.....	31
VIII.- CONCLUSIÓN	33
IX.- LITERATURA CITADA	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tres principales vías por las que el organismo animal se defiende frente a la invasión microbiana	18
Figura 2. Formula Proteizoo-Plus	23
Figura 3. Formula Yatren casein	24
Figura 4. Formula Yatren casein	24
Figura 5. Niveles de proteínas séricas totales (PST).....	29
Figura 6. Ganancia de peso de las becerras Holstein durante el periodo experimental (del nacimiento a los 60 d de vida). NS = no significativo estadísticamente ($P>0.05$).	30

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Producción láctea en México	7
Cuadro 2. Valores de referencia en la refractometría	16
Cuadro 3. Comparación de la inmunidad innata y adquirida	21

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de un promotor inmunológico específico, y su efecto sobre el desarrollo e inmunidad pasiva en becerras Holstein Friesian. Se seleccionaron 30 becerras Holstein Friesian, con un rango de peso al nacimiento entre 32 a 37 kg, las cuales fueron divididas en dos grupos de manera aleatoria, durante el periodo de lactancia (60 días). Las becerras se dividieron en dos grupos experimentales: grupo GT ($n=15$), al que se les aplicó 5 ml por vía intramuscular de un Inmunomodulador de Células T de uso Veterinario (I-MTC-VET®); y el grupo control GC ($n=15$), que recibió 5 ml de solución salina fisiológica; al momento del nacimiento. Las variables evaluadas fueron la transferencia de inmunidad, ganancia de peso corporal y la incidencia de enfermedades. Los resultados fueron analizados mediante una prueba de t-Student, utilizando el programa estadístico RStudio. En la evaluación de las proteínas séricas totales, no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos durante los tres muestreos, teniendo un promedio general para el primero de 10.3 ± 0.04 , el segundo 9.2 ± 0.03 y el tercero 9.15 ± 0.03 ($P>0.05$). Por otro lado, en lo que respecta a la ganancia de peso no existió diferencia significativa entre tratamientos durante el periodo de estudio ($P>0.05$). Además, no existió diferencia en cuanto al número de animales enfermos y total de eventos de enfermedad reportándose para el GT; (8/15 animales enfermos) con 30 eventos mientras el GC mostro (6/15 animales enfermos) con 29 eventos ($P>0.05$). En conclusión, de acuerdo con nuestros resultados el uso de un modulador inmunitario

administrado al momento del nacimiento en becerras Holstein, no influyo en las variables evaluadas.

Palabras clave: Inmunidad, Desarrollo, Becerras Holstein

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of a specific immune promoter and its effect on development and passive immunity in Holstein Friesian calves. Thirty Holstein Friesian calves, ranging in birth weight from 32 to 37 kg, were randomly divided into two groups during the lactation period (60 days). The calves were divided into two experimental groups: the GT group (n=15), which received 5 ml intramuscularly of a T-cell immunomodulator for veterinary use (I-MTC-VET®); and the control group GC (n=15), which received 5 ml of physiological saline solution at the time of birth. The variables evaluated were immunity transfer, body weight gain and disease incidence. The results were analyzed by means of a Student's t-test, using the RStudio statistical program. In the evaluation of total serum proteins, no statistical differences were found among treatments during the three samplings, with an overall average for the first one of 10.3 ± 0.04 , the second one of 9.2 ± 0.03 and the third one of 9.15 ± 0.03 ($P > 0.05$). On the other hand, with respect to weight gain, there was no significant difference between treatments during the study period ($P > 0.05$). In addition, there was no difference in the number of sick animals and total number of disease events reported for the GT; (8/15 sick animals) with 30 events while the GC showed (6/15 sick animals) with 29 events ($P > 0.05$). In conclusion, according to our results, the use of an immune modulator administered at birth in Holstein calves did not influence the variables evaluated.

Key words: Immunity, Development, Holstein calves

I.- INTRODUCCIÓN

La mortalidad temprana de terneros fetales y neonatales es un importante contribuyente al aumento de los costos de producción. Si bien estos nuevos conocimientos se utilizan activamente para criar y seleccionar ganado con los rasgos de rendimiento y salud deseados, todavía no existen métodos para mejorar genéticamente la resistencia a las enfermedades infecciosas. A pesar de la amplia disponibilidad de vacunas y compuestos antimicrobianos, varias enfermedades infecciosas continúan causando morbilidad, mortalidad y pérdidas económicas sustanciales a la industria ganadera (Meade, 2015).

Además de afectar la producción ganadera, una gran cantidad de patógenos bacterianos (leptospirosis, brucelosis) y algunos virales (BCoV, BRV) están asociados con zoonosis que pueden causar enfermedades diversas y a veces graves en los humanos (McDaniel et al., 2014).

La evidencia existente sugiere, que proporcionar calostro y leche de vaca en cantidades suficientes durante la primera semana de vida, además de optimizar la alimentación del ganado según la etapa de producción; promueve el desarrollo inmunológico y ayuda a mantener la función inmune. Los estudios en profundidad sobre la influencia de diversos macro y micronutrientes, bacterias comensales y probióticas en la función inmune bovina, probablemente producirán intervenciones novedosas y urgentemente necesarias para combatir las enfermedades infecciosas, así como los trastornos inflamatorios en el ganado (Vlasova y Saif, 2021).

II.- HIPÓTESIS

El uso de un promotor inmunológico específico en becerras Holstein Friesian podría mejorar significativamente su desarrollo físico y fortalecer su inmunidad pasiva, en comparación con becerras que no reciben dicho promotor. Esto se traduciría en un incremento en los niveles de inmunoglobulinas, una mayor ganancia de peso y una reducción en la incidencia de enfermedades durante las primeras etapas de crecimiento.

III.- OBJETIVO

El objetivo del presente estudio será evaluar el efecto de un promotor inmunológico específico sobre el desarrollo e inmunidad pasiva en becerras Holstein Friesian, administrado al momento del nacimiento.

IV.- REVISIÓN DE LITERATURA

La industria láctea ha tenido mucho éxito en mejorar la producción, logrando un aumento de más de cinco veces en la producción de leche desde principios del siglo XX. A través de un mejor manejo y estrategias de selección genética avanzadas, la vaca lechera promedio hoy produce más de 10,000 kg de leche por lactancia (USDA, 2018).

Los cambios en la industria láctea hacia rebaños más grandes han enfatizado la importancia de vacas con fuerte resistencia a las enfermedades. Al mismo tiempo, ha aumentado el interés de los consumidores por el bienestar animal, y el uso indiscriminado de antibióticos (Boichard y Brochard, 2012).

4.1 Historia del ganado de leche

A lo largo de los años la finalidad de la cría de ganado lechero se ha enfocado al aumento de la producción de leche (Carta et al., 2009). Se ha hablado de rasgos funcionales relacionados a características genómicas negativas con respecto a la producción de leche, y reducciones genéticas en materia de salud (Egger-Danner et al., 2015). Con respecto a estas ventajas y desventajas el objetivo del ganado lechero de alta producción ha sido lograr un equilibrio entre fertilidad, enfermedades metabólicas, y salud de la ubre, pero sobre todo sin afectar la producción de leche ni comprometer el bienestar del animal (Gutiérrez-Reinoso et al., 2020).

La combinación de métodos de evaluación genómica y fenotípica puede proporcionar una imagen completa de la salud de la ubre de una vaca y del potencial

de producción de leche, lo que permite tomar decisiones de reproducción y selección más efectivas. Además, el uso de métodos de evaluación genómica y fenotípica puede, en última instancia, conducir a una mejor salud de la ubre, la producción de leche y la rentabilidad general para los productores de leche y una mejor calidad de los productos lácteos para los consumidores. En la vaca lechera, diferentes factores, como la conformación y el tamaño de la ubre y las condiciones ambientales, contribuyen a variaciones en el rendimiento y la funcionalidad de la vaca, principalmente en la longevidad y la productividad (Flower y Weary, 2009).

En los últimos años, la selección del ganado lechero se ha basado en rasgos derivados de la hembra, como el rendimiento de la producción de leche y los rasgos de conformación lineal (Carta et al., 2019). Varios de estos rasgos de conformación lineal se correlacionan negativamente con otros rasgos funcionales, como la producción de leche, lo que ha llevado a una reducción de la salud, la condición corporal y los rasgos derivados de la adaptabilidad (Jacobs y Siegford, 2012). Durante los últimos 10 a 20 años, se han incorporado otros rasgos relacionados con la salud de la ubre, como el recuento de células somáticas (CCE), la vida productiva (longevidad) y otros rasgos relacionados con la reproducción, como la fertilidad de las hijas (Chesnais et al., 2016). Estos rasgos se han vuelto cada vez más importantes en la industria láctea y, recientemente, la selección genómica ha creado nuevas oportunidades para una mayor precisión en la selección de dichos rasgos en animales muy jóvenes (Chesnais et al., 2016; Cecchinato et al., 2019). En otras especies de rumiantes, se establecieron esquemas de selección altamente eficientes basados en un manejo piramidal de la

población con los reproductores centrales en la cima. Los esquemas de selección se basaron en pedigrí y registros oficiales de leche, resultados de inseminación artificial, apareamiento controlado y estimación de valores genéticos con el objetivo de acelerar el progreso genético (Carta et al., 2009). Por otro lado, la participación constante de toros jóvenes en programas de prueba y reproducción se ha descrito en diferentes hatos lecheros en los EE. UU. Para la selección de toros, la conformación de la ubre y la diferencia esperada en la producción de leche se consideraron los rasgos más esenciales. Sin embargo, tradicionalmente, los rasgos más importantes para la selección de vacas eran la producción de leche seguida de la conformación de la ubre, patas, y el porcentaje de grasa (Shanks et al., 1983). Hoy en día, la necesidad de preservar rasgos particulares de interés económico para la producción de leche y garantizar un progreso genético positivo es uno de los principales objetivos (Beard et al., 2019; Mancin et al., 2021; Gutiérrez-Reinoso et al., 2022). Por lo tanto, los programas de selección actuales requieren planes de reproducción específicos que tengan en cuenta la producción de leche y los rasgos funcionales, incluidos aquellos relacionados con la conformación y funcionalidad de la ubre (Castañeda-Bustos et al., 2017).

Además, la evaluación de la heredabilidad y las correlaciones genéticas entre rasgos e índices de selección permiten identificar los individuos más adecuados para la selección en razas lecheras (Gutiérrez-Reinosos et al., 2021; Mancin et al., 2021). Se ha informado que la mala conformación de la ubre y el pezón reduce la rentabilidad en los rebaños lecheros (Hazel et al., 2020). Además, esto tiene un

impacto en la incidencia de mastitis en el parto y conduce a una disminución de la productividad durante la vida de la vaca (Beard et al., 2019).

4.2 Situación mundial lechera

En los países desarrollados, la producción de leche y el número de granjas lecheras y de vacas están disminuyendo, pero la productividad por vaca está aumentando. En los países en desarrollo, la producción y el número de vacas lecheras están aumentando. Las vacas producen alrededor del 75% de la producción de leche en el África subsahariana, alrededor del 60% en Asia y casi toda la producción de leche en América Latina. La producción promedio de leche varía ampliamente entre países, principalmente debido a diferencias en los sistemas de producción (por ejemplo, nutrición, raza y manejo). En países como Bangladesh y Nigeria, la producción media de leche es inferior o igual a 500 kilogramos al año. En países con industrias lácteas desarrolladas, como la República Islámica de Irán, Perú y Vietnam, la producción media de leche supera los 2000 kilogramos anuales. La leche se está convirtiendo en el principal producto de la producción ganadera en gran parte de Asia. Los principales países productores de leche son EU, India y Brasil. La raza bovina Friesian Holstein es la raza bovina más extendida en el mundo y se encuentra en más de 150 países. La raza lechera especializada (*Bostaurus*) se utiliza casi exclusivamente en regiones templadas y desarrolladas; la mayoría del ganado en los países en desarrollo, especialmente en los trópicos húmedos, es del tipo cebú (*Bosindicus*). Los países con mayor número de vacas lecheras son India, Brasil, China y Pakistán (FAO, 2024).

4.3 Situación actual nacional

En los últimos cinco años la República Mexicana mantuvo un aumento del nueve por ciento en producción lechera señalando así un sector fuerte y pujante, se estima que para el 2023 pase los 13340 millones de litros de leche (cuadro 1). En el congreso de lácteos 2023, se dio a conocer la cifra de 8,763,000,000 de litros equivalente al 66% de avance con respecto a la estimación de producción.

Cuadro 1. Producción láctea en México

Entidad federativa	Millones de litros	Porcentaje total nacional
Jalisco	1817	20.7%
Coahuila	1024	11.6%
Durango	1009	11.4%
Chihuahua	841	9.5%
Otros estados	4071	46.3%

Es relevante la calidad del producto lácteo mexicano para su exportación a países como Guatemala, El Salvador y Chile. Además, se ha fortalecido la producción a pequeña escala (es decir favorecer a pequeños productores) con un precio de garantía de \$10.60 por litro. En México el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), contribuye con la sanidad e inocuidad del sector lácteo con un 12.9% libre de brucelosis en el país a la fecha, para el segundo trimestre del año en el estado de Jalisco se registraron 10 municipios en estatus de erradicación alcanzando un 29.6% y reportando en fase de control un 57.4%. En el caso de control de tuberculosis se registra el 86.2% del país en fase de erradicación y baja prevalencia en 48.2% (SADER, 2023).

4.4 Partos

El parto es un proceso intrínsecamente riesgoso tanto para la madre como para las crías y puede provocar una respuesta de estrés, problemas de salud y mortalidad materna, además de una disminución de la ingesta y la producción de alimentos. La evaluación del dolor del parto ha tendido a utilizar uno de tres enfoques: medidas de índices generales, indicadores fisiológicos y conductuales. Es importante estudiar más a fondo el dolor de parto en animales con la finalidad de optimizar el proceso y disminuir consecuencias negativas en materia de bienestar, salud y productividad en el ganado (Mainau y Manteca, 2011).

Vacas y novillas difieren en su preferencia por el lugar de parto y exploran activamente sus entornos cuando buscan un lugar para dar a luz. Al parir al aire libre, las vacas deben tener amplio acceso a la sombra para reducir cualquier efecto negativo del estrés por calor en su comportamiento (Edwards et al., 2020).

La distocia, o parto difícil, es una condición reproductiva que afecta a muchos animales. En especies ganaderas, se refiere ampliamente a casos en los que un parto se prolonga y requiere un nivel de asistencia indeseable (Weldeyohanes y Fesseha, 2020).

Hay dos fenómenos principales que causan distocia en el ganado, uno es la desproporción feto-materna y el otro es la disposición fetal defectuosa (Noakes et al., 2018). El primero se refiere a casos donde la cría es demasiado grande en proporción a la pelvis de su madre, mientras que el segundo se refiere a casos donde la disposición de la cría en el canal del parto es de tal manera que impide su expulsión normal sin ayuda. Los dos fenómenos son responsables del 46% y el 26%

de los casos de distocia en el ganado vacuno, respectivamente (Tierarzt y Johnston, 1967).

De los dos, la desproporción feto-materna es la más común y mejor comprendida. Los factores de riesgo de distocia que se han identificado en estudios anteriores, como el peso al nacer de los terneros y la duración de la gestación, son posibles sustitutos de este mecanismo de distocia (Noakes et al., 2018).

Los terneros saludables son esenciales para el éxito económico de cualquier producción lechera. Hasta ahora, la mayoría de las investigaciones se han enfocado en los sistemas de parto durante todo el año, los cuales enfrentan desafíos distintos en comparación con los sistemas de parto estacional en primavera (Cummins et al., 2016). Mee (2020), informa de una mortalidad del 2 – 10% de terneros al nacer o 48 horas postparto.

Para prevenir la muerte fetal y mitigar las complicaciones relacionadas con el parto y la morbilidad, es fundamental contar con personal capacitado que pueda identificar con precisión el momento adecuado del parto (Lombard et al., 2007; Schuenemann et al., 2011). El manejo de vacas lecheras durante el período de transición requiere tanto formación como experiencia. Sin embargo, las recomendaciones ofrecidas por la literatura científica y los veterinarios suelen variar, abarcando aspectos como el traslado de las vacas a las salas de parto o el momento oportuno para intervenir. Además, dado que los signos externos del parto en vacas lecheras pueden manifestarse y progresar de manera muy diversa (Berglund y Philipsson, 1987), incluso el personal más experimentado puede no detectar todos los casos de parto (Borchers et al., 2017). Aunque existen varios dispositivos diseñados para monitorear y detectar el parto, el método más utilizado

sigue siendo la observación visual del comportamiento de las vacas (Palombi et al., 2013).

Los corrales de parto (áreas exclusivas donde se produce el parto) mitigan un porcentaje de riesgo de infección (Sweeney et al., 2012) y también reducen los niveles de estrés durante el parto (Gygax et al., 2015). El tiempo que pasan en el corral de partos puede variar, a según la fecha esperada del parto o las características fisiológicas o de comportamiento (Inchaisri et al., 2010).

Algunos investigadores sugieren que trasladar tempranamente a las vacas al corral de partos les permite adaptarse al nuevo entorno, dieta y dinámica social, reduciendo el impacto de estos factores estresantes en el desempeño del parto, especialmente en novillas (Dufty, 1981; Mee et al., 2013). Sin embargo, Gygax et al. (2015) no encontraron evidencia de que esta exposición prenatal a un nuevo ambiente tenga un efecto positivo en el momento del nacimiento. Por otro lado, trasladar a las vacas uno o dos días antes del parto coincide con su comportamiento natural de buscar aislamiento y no afecta de manera significativa la limpieza ni el manejo del ambiente del parto (Proudfoot et al., 2014). No obstante, se ha observado que la movilización temprana, realizada con tres o más días de anticipación, está asociada con una mayor incidencia de cetosis y desplazamiento abomasal (Nordlund et al., 2006).

4.5 Desarrollo ruminal en becerras

El desarrollo adecuado del rumen, particularmente del epitelio y las papilas del rumen es crucial para la fisiología y la producción del ganado vacuno y otros rumiantes. Mientras que el rumen de los terneros recién nacidos comparte similitudes anatómicas e histológicas con el de los adultos. En el ganado bovino, el rumen experimenta un desarrollo significativo durante la vida posnatal, especialmente después del destete (Van Niekerk et ál., 2021).

El rumen abarca cambios físicos y funcionales notables en el periodo postnatal, físicamente el rumen crece en masa y tamaño; funcionalmente el rumen gana la capacidad de fermentar alimento para convertirlo en AGV (ácidos grasos volátiles), debido a la colonización de microbios en la ingesta de alimento sólido, los AGV, absorben, metabolizan y protegen contra posibles agresiones de fermentación. Los factores que intervienen en el crecimiento y la función del rumen postnatal en la maduración funcional, la dieta sólida destaca como la más significativa, introduciendo pienso sólido al rumen es esencial para su crecimiento y desarrollo funcional en rumiantes jóvenes (Yohe et ál., 2019).

El alimento sólido estimula el crecimiento ruminal y el desarrollo funcional a través de AGV, específicamente ácido butírico, producido por fermentación ruminal, el ácido butírico y otros AGV funcional a través de mecanismos directos e indirectos. En mecanismos directos, el ácido butírico y otros AGV estimulan la proliferación celular y metabolismo en las células epiteliales del rumen al alterar la expresión de genes críticos para estos procesos. En mecanismos indirectos, el ácido butírico y otros AGV estimulan la proliferación celular y metabólica al aumentar la

concentración y/o acción de la insulina circulante, como el factor de crecimiento I (IGF-I), la insulina y quizás otras hormonas y factores de crecimiento en el rumen (Pokhrel y Jiang, 2024).

4.6 Alimentación en becerras

Los terneros recién nacidos necesitan una atención específica, con la cual se disminuirá la mortalidad. Dentro de estas prácticas especiales destaca alimentar al ternero con calostro de manera inmediata después del nacimiento. Es importante la identificación de descendencia y registros. La fase de destete y crecimiento es muy importante ya que proporciona las condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo del ternero. lograr un rendimiento físico óptimo e iniciar la fase reproductiva (Ortiz y Morales, 2005).

La gestión adecuada de la alimentación de los terneros durante el periodo postnatal y previo al destete es crucial, ya que impacta significativamente su crecimiento, desarrollo, salud y bienestar. Un suministro inmediato y adecuado de calostro tras el nacimiento es esencial para garantizar el éxito en la crianza de las terneras (Hammon et al., 2020).

El calostro es una sustancia compleja que contiene proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales, además de inmunoglobulinas, factores de crecimiento y diversas enzimas como proteinasas, lipasas y esterasas. También incluye inhibidores enzimáticos (como macro globulina, inhibidores de tripsina y

antitrombina), nucleósidos no nitrogenados, nucleótidos, y citoquinas, entre las que destacan interleucinas, interferones y la hormona del crecimiento (GH). Estos componentes juegan un papel clave en el desarrollo del sistema inmunológico de los terneros que lo consumen después del nacimiento (McGrath et al., 2016; Tacoma et al., 2017). La alimentación con leche restringida durante el periodo pre-destete, se utiliza ampliamente para reducir los costes de la cría de terneros. Esta práctica también es conocida por estimular la ingesta de alimento y promueve el desarrollo temprano del rumen (Azevedo et al., 2016).

La alimentación temprana de los terneros desempeña un papel fundamental en el desarrollo adecuado y rápido del rumen. El butirato es el principal responsable de estimular el crecimiento de las papilas ruminales. Por ello, se recomienda alimentar a los terneros con cantidades controladas de alimento líquido y mezclas de iniciación que contengan carbohidratos de rápida fermentación, como los que producen ácidos butíricos y propiónicos, para acelerar este proceso (Govil et al., 2017).

El rumen, una parte única del tracto gastrointestinal de los rumiantes, es el principal sitio de fermentación. En él, los microorganismos descomponen, fermentan y transforman las materias primas en productos aprovechables por el animal (Abrão et al., 2014).

A medida que el rumen se desarrolla y es colonizado por microorganismos, el ternero pasa de ser fisiológicamente un pseudo-monogástrico a un rumiante funcional. Este desarrollo impacta directamente en su capacidad para consumir

alimentos, aprovechar los nutrientes y alcanzar un crecimiento óptimo (Diao et al., 2019).

Las investigaciones se han concentrado en las prácticas de alimentación con leche se ha centrado principalmente en la cantidad de leche. Aumentar la cantidad de leche puede mejorar el crecimiento antes del destete. Aunque el consumo de iniciador antes del destete se suprime por las altas cantidades de leche, el uso de métodos de destete gradual puede facilitar el consumo de iniciador y permitir que los terneros alimentados con un alto contenido de leche mantengan sus ventajas de crecimiento después del destete. Además, aumentar la asignación de leche reduce los signos conductuales de hambre (ejemplo, visitas no recompensadas al alimentador automático de leche) y promueve el comportamiento de juego locomotor, que puede ser un indicador de estados afectivos positivos (Welk et al., 2023).

4.7 Refractometrías en becerras

La refractometría es una técnica analítica utilizada para determinar el índice de refracción de un líquido con el propósito de analizar su composición. Este método se basa en el principio de refracción, que describe cómo las ondas de luz cambian de dirección al atravesar la interfaz entre dos medios diferentes (Cabezas, 2016).

Sin embargo, otros factores, como el momento de la primera toma, la salud del ternero y el peso corporal, deben considerarse para garantizar una transferencia suficiente de inmunidad pasiva (Hue et al., 2021).

El % Brix mide la concentración de sacarosa. Cuando se utiliza en líquidos que no contienen sacarosa, se aproxima a los sólidos totales en suero, lo que podría traducirse en una medición indirecta de la IgG sérica, permitiendo que las industrias lácteas utilicen una herramienta para monitorear tres indicadores clave de desempeño en un programa de cría de terneros. Se ha demostrado que la refractometría Brix tiene una buena correlación con la IgG sérica mediante inmunodifusión radial en terneros Holstein (Deelen et al., 2014).

La refractometría de proteínas totales en suero y Brix podrían usarse instantáneamente para estimar las concentraciones séricas de proteína total y de IgG sérica. Se predice un % Brix >8,5 como una transferencia exitosa de inmunidad pasiva (IgG sérica >10 g/L), lo que indica que los refractómetros Brix podrían usarse en granjas lecheras como herramientas de manejo de terneros para estimar la concentración de IgG en la madre, calostro y suero de ternera, y sólidos totales en la leche (Hernández et al., 2016).

La refractometría óptica y digital puede estimar el contenido sólido total de una solución. El suero y el calostro pueden evaluarse para determinar el contenido de proteínas totales y, en última instancia, para una medición indirecta de la concentración de inmunoglobulinas (Soufleri et al., 2021). Se ha demostrado una buena confiabilidad entre la refractometría RID y Brix para la evaluación de la calidad del calostro y para la estimación de IgG en suero de ternera (Buczinski y Vandeweerd, 2016; Buczinski et al., 2018).

Cabe destacar la importancia de brindar una capacitación adecuada al personal encomendado a realizar la prueba de refractometría, en caso de no contar con

resultados precisos el estado de salud de los terneros se verá comprometido y por consiguiente la productividad de la unidad de crianza (Viteri, 2020). Por ello se deberán conocer los valores indicados en el cuadro 2.

Cuadro 2. Valores de referencia en la refractometría

ENCALOSTRAMIENTO	g/dL
Bueno	5.5 - 8
Medio	4 - 5
Pobre	< 4

Tomado de Saleski, 2017.

4.8 Importancia de reemplazos

Para garantizar la rentabilidad en la producción ganadera, es fundamental implementar estrategias que optimicen el desempeño de las novillas de reemplazo. Considerar el período de gestación como una etapa clave para el desarrollo inicial y más influyente permite aprovechar esta oportunidad para satisfacer y reforzar los requerimientos nutricionales y energéticos necesarios. Esto contribuye a liberar el potencial completo de la descendencia, impactando de manera positiva su desempeño genético (Cardoso et al., 2021).

En la mayoría de las producciones lecheras el ganado es dividido en dos grupos, vacas productoras y novillas de reemplazo, estas novillas generan el primer ingreso al productor hasta el primer parto (Pritchard et al., 2013).

Los costos de reemplazo de vacas son uno de los componentes financieros más importantes de una granja Lechera. Por ejemplo, un estudio de 44 granjas lecheras

en 13 condados de Pensilvania mostró que el costo total de criar una novilla desde el nacimiento hasta el parto promedió alrededor de \$1,808 (Heinrichs et al., 2013).

Por ejemplo, en China la tasa de mortalidad combinada de terneras lecheras y novillas de reemplazo en ganado Holstein alcanzó el 21,2%, con una tendencia desfavorable en estas categorías. Las principales causas de mortalidad se atribuyen a enfermedades de los sistemas digestivo (como diarrea), respiratorio (como neumonía) y circulatorio, además de trastornos reproductivos, siendo la infertilidad basada en la tasa de no retorno una de las más destacadas. El año de nacimiento del rebaño, la temporada de nacimiento y la paridad de la madre tuvieron efectos significativos sobre las características de supervivencia de los terneros lecheros y las novillas de reemplazo. Los rasgos de supervivencia en el ganado lechero desde el nacimiento hasta el primer parto son objetivos genéticos importantes que deben incorporarse en los esquemas de selección genética lechera (Zhang et al., 2019).

La tasa de crecimiento de los productos lácteos y su producción futura están estrechamente relacionados con el correcto manejo de sus alternativas, especialmente durante la fase de cría. El período entre el nacimiento y el destete es crítico porque, según investigaciones, existe una fuerte relación entre el aumento de peso durante este período y la producción futura del ternero. Sin embargo, el aumento de peso no es suficiente. Esto no es sólo resultado de un manejo nutricional óptimo sino también de otros factores relacionados con el manejo higiénico y las condiciones ambientales para garantizar un bienestar adecuado. Las fases de crianza y crianza de novillas de reposición deben realizarse como la mayor inversión en un tambo, ya que es durante estas fases donde se desarrolla el

potencial genético que posteriormente se reflejará en su fase de producción (Iraira y Canto, 2014).

4.9 Tipos de inmunidad

El sistema inmune es esencial para mantener la vida del animal, es el encargado de brindar la protección adecuada ante cualquier invasión de microorganismos, entre las herramientas necesarias para prevenirla, el sistema inmune cuenta con tres barreras de defensa (Figura 1), las cuales excluyen a patógenos, forman una protección inicial y una protección prolongada (Tizard, 2009).

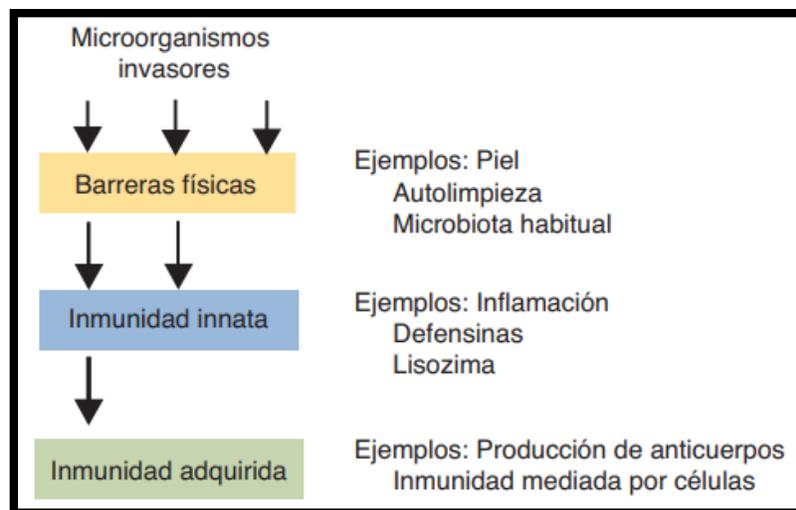


Figura 1. Tres principales vías por las que el organismo animal se defiende frente a la invasión microbiana

4.9.1 Inmunidad innata

La inmunidad innata muestra especificidad molecular pero no del antígeno, la cual no depende del encuentro con patógenos. Es importante resaltar que esta inmunidad no tiene memoria. Es conformada por el componente celular (eosinófilos,

basófilos, células linfoides, mastocitos, macrófagos y neutrófilos) y humoral (proteínas de la fase aguda, péptidos antimicrobianos, anticuerpos naturales y lectinas solubles).

El sistema inmunológico innato es conocido como antiguo sistema de defensa, estructurado alrededor de receptores de reconocimiento de patrones celulares (PRR) que reconocen estructuras moleculares asociadas a patógenos (PAMP). Los receptores tipo Toll (TLR) son los principales PRR que se unen a patrones moleculares asociados a microbios (MAMP) y activan respuestas de sistema inmune innato (Tizard, 2018).

Es así como el sistema inmunitario innato del neonato es en gran medida responsable de la defensa del organismo al nacer. Sin embargo, durante la edad adulta, estos animales dependen tanto de la respuesta inmunitaria innata como de la adquirida para la supervivencia, la protección frente a enfermedades y la eficiencia productiva (Hyttel et al., 2009).

4.9.2 Inmunidad pasiva

La transferencia pasiva de inmunidad es el principal mecanismo de defensa del neonato contra las infecciones. Factores como la inmunidad, el crecimiento y la pubertad de los terneros son determinantes clave que impactan directamente en la productividad futura de las novillas (Zago et al., 2019).

La inmunidad pasiva es importante para la salud y la supervivencia de los terneros, y la proteína sérica total (STP) puede usarse como indicador de la transferencia pasiva de inmunidad de las vacas a los terneros (Haagen et al., 2021).

Las inmunoglobulinas, también conocidas como anticuerpos, son glicoproteínas sintetizadas por las células B plasmáticas. Estas proteínas tienen la capacidad de reconocer y unirse de manera específica a los antígenos presentes en los microorganismos, desempeñando un papel clave en la defensa del organismo contra infecciones (Ulfman et al., 2018).

Los rumiantes poseen un sistema inmunitario bien desarrollado al nacer, pero solo son capaces de mostrar una respuesta débil contra los patógenos ambientales. El feto rumiante está protegido por una placenta sindesmocorial que limita la exposición a patógenos en el útero y no permite la transferencia de inmunoglobulinas placentarias (Pagnoncelli et al., 2017).

La transferencia de inmunidad pasiva se lleva a cabo mediante el calostro, esta sustancia contiene biomoléculas importantes como, hidratos de carbono (lactosa y oligosacáridos); proteínas (caseína, inmunoglobulinas-IgG más abundantes, α y β lactoglobulina, albúmina, lactoferrina); factores de crecimiento (principalmente factor de crecimiento similar a la insulina I y II-IGF-I, IGF-II-); enzimas (proteinasas, lipasas y esterasas); inhibidores enzimáticos (macroglobulina, antitrombina, inhibidores de la α -tripsina); nucleótidos y nucleósidos (nitrogeno no proteico); citoquinas (péptidos o glicoproteínas como interleucinas, interferones y la hormona del crecimiento-GH-); lípidos, minerales y vitaminas (Mc Grath et al., 2016).

4.9.3 Inmunidad adquirida

La inmunidad adquirida es conocida por su efectividad prolongada, es capaz de recordar precedente exposición a microorganismos patógenos para desarrollar una respuesta efectiva en exposiciones posteriores. Es así como la inmunidad adquirida garantiza la supervivencia del animal ante futuras invasiones. En la circulación sanguínea y fluidos corporales se pueden localizar los anticuerpos que son los encargados de actuar ante patógenos extracelulares como las bacterias. Por otra parte, la inmunidad mediada por células se encarga de la protección contra patógenos intracelulares como los virus (Tizard, 2009).

La inmunidad adquirida (adaptativa o específica) no es innata (diferencias en cuadro 3); esto es lo que aprende individualmente el sistema inmunológico cuando encuentra sustancias extrañas (antígenos), los componentes de la inmunidad adaptativa aprenden cómo atacar mejor a cada uno de los antígenos y comenzar a desarrollar memoria de ese antígeno. La inmunidad adaptativa también se llama inmunidad específica porque dirige el ataque a un antígeno específico encontrado previamente. Sus características destacadas como la capacidad de aprender, adaptarse y recordar (Delves, 2019).

Cuadro 3. Comparación de la inmunidad innata y adquirida

	Inmunidad innata siempre activa	Inmunidad adquirida activada por antígenos
Células implicadas	Macrófagos, células dendríticas, neutrófilos, células NK	Linfocitos T y B
Historia evolutiva	Ancestral	Reciente
Inicio	Rápida (minutos-horas)	Lenta (días-semanas)
Especificidad	Estructuras microbianas comunes	Antígenos únicos
Potencia	Puede ser exagerada	Rara vez es exagerada
Memoria	Ninguna	Memoria importante
Efectividad	No mejora	Mejora con la exposición

(Tizard, 2009)

4.10 Productos que actúan en el sistema inmune

Los inmunoestimulantes son sustancias que estimulan el sistema inmunológico, aumentan la producción de anticuerpos o aumentan la actividad de diferentes células inmunes. Hay dos opciones posibles para proteger a los recién nacidos de la infección. La primera es utilizar un sustituto de calostro, administrando mayores cantidades de inmunoglobulinas, o como segunda utilizar inmunoestimulantes para aumentar la inmunidad activa del propio animal. Se ha estudiado el uso de diferentes sustancias inmunoestimulantes, incluidos fármacos como el Levamisol (considerado antihelmítico), vitaminas (C y E), citocinas o plantas basadas en precursores nutricionales. Se han estudiado el uso de plantas que influyen en el contenido de lactoferrina o de células somáticas en la leche de cabra o de vaca, o en el contenido de inmunoglobulinas de la leche en el calostro (Martin, 2016).

4.10.1 Caseína y lactosa

Es el caso de un producto comercial llamado Proteizoo Plus, es un preventivo primario utilizado para mejorar las defensas, el estado general de los organismos. Estimula el mecanismo inmunológico innato y activa la primera línea de defensa celular. Por tanto, se considera un coadyuvante en el control de infecciones bacterianas, virales y/o parasitarias, junto con el tratamiento elegido. Mejorando la eficacia de los programas de vacunación. Los antígenos reconocen y ayudan a prevenir el establecimiento de microorganismos patógenos en animales.

Consigue estimular respuestas inmunes inespecíficas en animales sin viabilidad celular, la estimulación es específica del antígeno. Según sus diferentes funciones, se dividen en 3 categorías:

Sistemas inmunes normales (tipo I)

Sistemas inmunes inmunosuprimidos (tipo II)

Sistema inmunológico normalmente funcional e inmunosuprimido (tipo III).

La caseína y la lactosa son moléculas que provocan una respuesta inflamatoria cuando se administran por vía parenteral. Estimula la producción de células de defensa y la expresión de factores inmunes como interferones, citocinas y quimiocinas (Figura 2, Bio Zoo, sf).

Cada 100 mL contienen	
Caseína	3.5 g
Lactosa	5.0 g
Vehículo c.b.p	100 mL

Figura 2. *Formula Proteizoo-Plus*

4.10.2 Ácido yatrénico

Bacha (2013), cita a Blecha, (1991) quien clasifica al ácido yatrénico como un fármaco y estimulador del sistema inmune el cual estimula la leucocitosis, los linfocitos T y la producción de citoquinas.

Este ingrediente se localiza en un producto comercial de nombre Yatren casein fuerte el cual puede utilizarse para acelerar la involución uterina. Tratamiento de quistes ováricos. Mejora la respuesta inmune a la vacunación, especialmente en aves y cerdos. Ayuda a reducir la producción de leche, oftalmía y conjuntivitis. Se considera un bioestimulante e inductor para inmune en procesos inflamatorios, enfermedades de la piel, enfermedades virales, abscesos e infecciones por neumonías (DIFESA, 2024).

Figura 3. *Formula Yatren casein*

Yatren casein también es utilizado en la sincronización de celo en cabras, utilizado como vitamínico aplicado por vía intra muscular 5 ml Figura 3. Mostrando resultados favorables en el experimento, en el cual se evaluó calidad seminal y preñez (Hernández, 2020).

<p>Cada ml contiene</p> <p>Ácido Yatrénico: 23.4 mg, Caseína libre de Protoalbúmina: 50 mg, Excipiente c.b.p. 1 ml.</p>

Figura 4. *Formula Yatren casein*

El papel de la caseína se fundamenta principalmente en su contribución de nitrógeno y aminoácidos, los cuales influyen en el metabolismo de las proteínas y proporcionan casi todos los aminoácidos esenciales. Además, la caseína genera un

efecto de leucocitosis, es decir, un aumento en la cantidad de monocitos en la sangre, lo que refuerza el sistema inmunológico del animal (Barrantes, 2008).

El uso de ácido yatrénico más caseína también se ha adoptado como tratamiento en TVT (tumor venéreo transmisible) en canidos. Por actuar sobre el sistema inmunológico del animal, haciendo que sea el mismo organismo quien realice la eliminación del tumor. Se observó una disminución del tamaño tumoral durante un período más prolongado, alcanzando una efectividad del 82.3% al utilizar ácido yatrénico junto con caseína, sin efectos adversos. En contraste, la auto hemoterapia mostró una efectividad del 63.3%, pero con la aparición de algunas reacciones adversas, especialmente en el uroanálisis, como la presencia de sangre y bacterias en la orina, relacionadas con la permanencia del tumor durante el tratamiento (Quiroga et al., 2020).

V.- MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. General

Las técnicas utilizadas estuvieron bajo vigilancia veterinaria según lo dispuesto en el programa sanitario implementado de acuerdo con las normas vigentes, en el Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en Unidades de Producción de Leche Bovina (SENASICA, 2019). El manejo de los animales que se utilizaron en este estudio se realizó de acuerdo con los lineamientos para el uso ético de animales de investigación (FASS, 2010) y nivel nacional (NAM, 2002).

5.2.- Ubicación

El estudio se realizó en un establo del municipio de Gomez Palacio Dgo, localizado en la región semi-desértica del norte de México a una altura de 1170 msnm, entre los paralelos 28° 11' y 28° 11' de latitud norte y los meridianos 105° 28' y 105° 28' de longitud oeste (INEGI, 2016). Cuenta 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 (CONAGUA, 2014).

5.3.- Diseño experimental

Se seleccionaron 30 becerras Holstein Friesian, con un rango de peso al nacimiento entre 32 a 37 kg, las cuales fueron divididas en dos grupos de manera aleatoria, durante el periodo de lactancia (60 días). Las becerras se dividieron en dos grupos experimentales: grupo GT ($n=15$), al que se les aplicó 5 ml por vía intramuscular de un Inmunomodulador de Células T de uso Veterinario (TCM-VET®); y el grupo

control GC ($n=15$), que recibió 5 ml de solución salina fisiológica; al momento del nacimiento. Para después ser separadas de su madre y alojadas individualmente en jaulas previamente lavadas y desinfectadas. El manejo para el suministro del calostro fue el siguiente. La primera ingesta se les proporciono dentro de la primera hora de vida (3 L por toma, con una calidad de > 50 mg / ml de IgG) y 6 h después de la primera toma se suministró una segunda toma con las mismas características. En los dos tratamientos se suministraron 396 L de leche entera pasteurizada repartida de la siguiente manera: 2 - 15 d 3 L en la mañana y 3 L en la tarde, 16 – 20 d 4 L en la mañana y 4 L en la tarde, 21 – 40 d 5 L en la mañana y 5 L en la tarde y de 41 - 60 d 2 L en la mañana y 2 L en la tarde, esta se suministró en dos tomas/día 07:00 y 15:00 h respectivamente. A partir del segundo día de nacidas, se les administro el concentrado iniciador (Nuplen supra 450®). Además es importante mencionar que a todas las becerras se les ofreció agua a libre acceso.

5.4.- Variables evaluadas

Transferencia de inmunidad: se realizó un muestreo sanguíneo de sangre yugular, para después dejarlas coagular a temperatura ambiente, para obtener el suero. La lectura de la cantidad de proteína sérica (g) se realizó con la ayuda de un refractómetro (SPER SCIENTIFIC®), la cual se empleó como variable de la transferencia de inmunidad pasiva del calostro hacia las becerras. Esto se realizó después de un día de nacida (muestreo 1), a los 25 días de nacidas (muestreo 2) y a los 50 días (muestreo 3).

Cantidad de animales enfermos y total de eventos de enfermedad: se registraron diariamente los días que permanecieron enfermas, que fueron las becerras con problemas digestivos, respiratorios y mixtos, esto fue realizado por un médico veterinario.

Peso de las becerras: el peso fue evaluado cada 10 días (desde el nacimiento hasta el día 60). Para esto fue necesario el uso de una báscula ganadera (PG-2000, Torrey®). Para determinar la ganancia se restó el peso de los 10 días menos el peso al nacimiento, esto así sucesivamente hasta los 60 días.

5.5.- Análisis estadísticos

El análisis estadístico para estimar la concentración de proteína sérica y ganancias de peso se realizó mediante un análisis de t- Student. Mientras que para el porcentaje de animales enfermos y el total de eventos de enfermedad fueron por medio de la prueba de chi-cuadrada. Se utilizó el valor de $P < 0.05$ para considerar diferencia estadística. Esto mediante el programa estadístico RStudio.

VI.- RESULTADOS

La figura 4 muestra los niveles de proteínas séricas totales (PST). No se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos durante los tres muestreos, teniendo un promedio general para el primero de 10.3 ± 0.04 , el segundo 9.2 ± 0.03 y el tercero 9.15 ± 0.03 ($P > 0.05$; Figura 4).

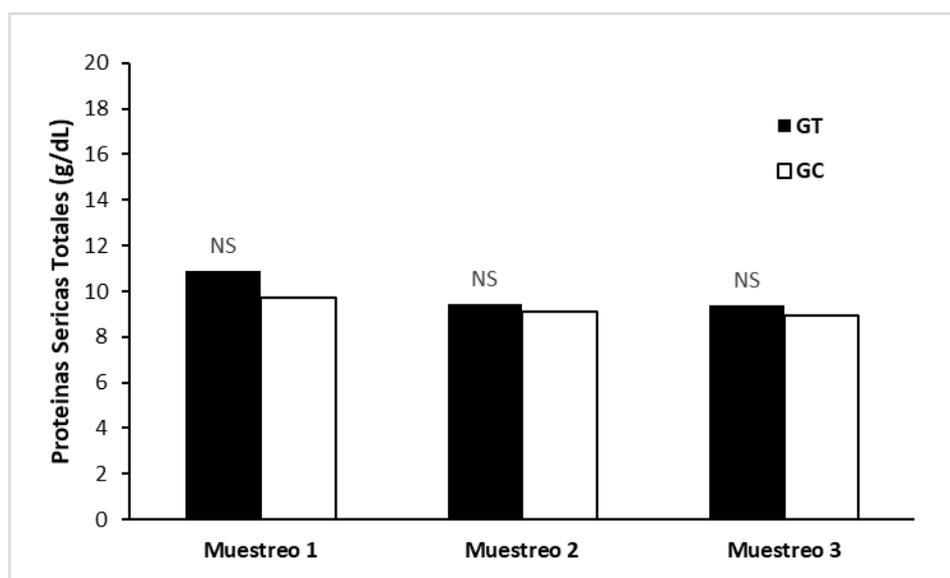


Figura 5. Niveles de proteínas séricas totales (PST).

Mientras en la figura 5, se observa la ganancia de peso de las becerras tratadas (GT) y las becerras del grupo control (GC). No existió diferencia significativa entre tratamientos durante el periodo de estudio ($P > 0.05$). Los promedios al nacimiento para el grupo GT fue de 38 ± 1.0 kg y para el GC 39 ± 1.3 kg ($P > 0.05$). Finalizaron a los 60 días no existió diferencia con GT de 91 ± 0.5 kg, mientras GC fue 93 ± 0.5 kg ($P > 0.05$). Además, no existió diferencia en cuanto al número de animales enfermos y total de eventos de enfermedad reportándose para el GT; (8/15 animales

enfermos) con 30 eventos mientras el GC mostro (6/15 animales enfermos) con 29 eventos ($P>0.05$). Esto es importante a considerarlo porque se ha relacionado a las enfermedades con un retraso en el desarrollo y ganancia de peso.

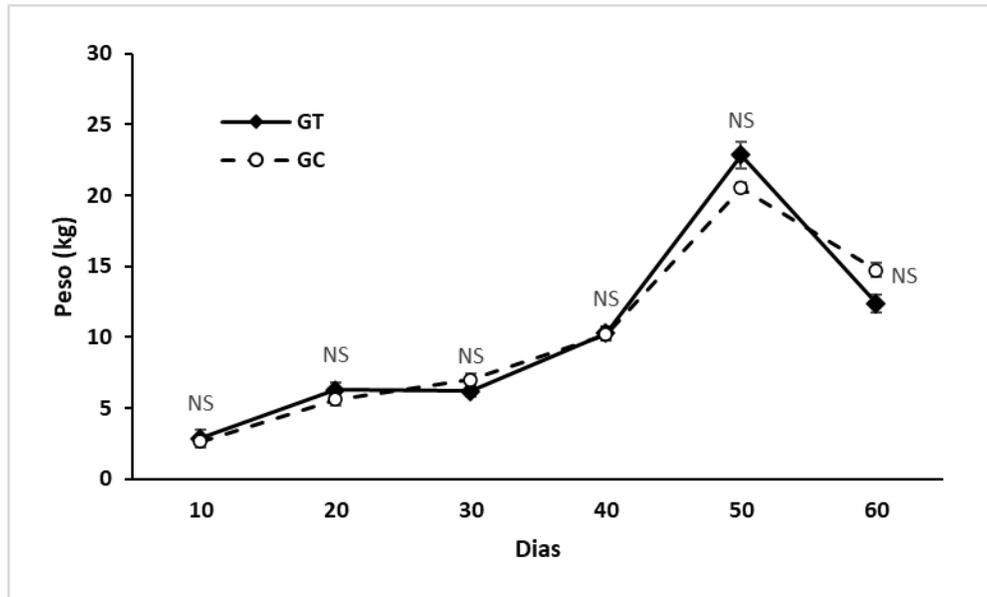


Figura 6. Ganancia de peso de las beceras Holstein durante el periodo experimental (del nacimiento a los 60 d de vida). NS = no significativo estadísticamente ($P>0.05$).

VII.- DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de un promotor inmunológico específico sobre el desarrollo e inmunidad pasiva en becerras Holstein Friesian, administrado al momento del nacimiento. En investigaciones previas se ha determinado que aproximadamente el 40% de las terneras no lograron una adecuada transferencia de inmunidad pasiva, lo que se asocia con mayores tasas de morbilidad y mortalidad (Elizondo-Salazar, 2015). Una manera de determinar la calidad y componentes del calostro es la reflectometría sérica. Esta práctica se puede utilizar para medir la cantidad de calostro administrada y en caso de ser necesario ajustarla, y de esta manera garantizar a las becerras una cantidad suficiente de IgG y nutrientes del calostro, además de impedir el fallo de transferencia de inmunidad pasiva (Hue et al., 2021). En nuestra investigación no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos durante los tres muestreos, teniendo un promedio general para el primero de 10.3 ± 0.04 , el segundo 9.2 ± 0.03 y el tercero 9.15 ± 0.03 ($P > 0.05$). Nuestros resultados fueron mayores a los reportados por Sánchez-Salas et al. (2012), quienes reportan valores entre 6.1 a 6.3 PST. Además se ha demostrado que una buena confiabilidad entre la refractometría RID y Brix para la evaluación de la calidad del calostro y para la estimación de IgG en suero de ternera (Buczinski y Vandeweerd, 2016; Buczinski et al., 2018).

En una investigación realizada por Tyurin et al (2023) se evaluó el uso de otro tipo de inmunoludores (Salus-P-E y Bovistim-K) y encontraron que estos aumentan las propiedades inmunocompetentes del calostro, lo que contribuye a la formación de

un alto nivel de inmunidad del calostro en el cuerpo de los terneros recién nacidos, reduciendo la morbilidad y mejorando las tasas de crecimiento y supervivencia. Al utilizar el TCM-VET® encontramos que los promedios al nacimiento para el grupo GT fue de 38 ± 1.0 kg y para el GC 39 ± 1.3 kg ($P>0.05$). Finalizaron a los 60 días no existió diferencia con GT de 91 ± 0.5 kg, mientras GC fue 93 ± 0.5 kg ($P>0.05$). Nuestros datos son superiores a los reportados por Turini et al., (2020), quienes reportan pesos al destete de 73.3 ± 10.5 kg.

Por otro lado, existe evidencia que el estrés está relacionado con la aparición de enfermedades debido a la influencia negativa sobre la función inmunitaria (Carroll y Sánchez, 2014; Crook et al., 2020). En ese sentido en nuestra investigación, no existió diferencia en cuanto al número de animales enfermos y total de eventos de enfermedad reportándose para el GT; (8/15 animales enfermos) con 30 eventos mientras el GC mostro (6/15 animales enfermos) con 29 eventos ($P>0.05$). Pese a ellos en las cuestiones económicas, destetar animales con ganancias superiores a dos kilos con lleva a un mejor desempeño en la vida adulta.

En investigaciones realizadas en equinos, se ha observado un aumento en la concentración IgG en neonatos. Debido a que el producto era administrado a la madre en el último tercio de la gestación, con el fin de que los anticuerpos se transfieran desde el calostro resultando en una mejor absorción (Sandoval et al., 2008). De acuerdo con lo anterior se requiere mayor investigación de la administración del TCM-VET® en diferentes momentos de la gestación, para poder determinar si es mejor administrar el TCM-VET® a la madre gestante o al neonato recién nacido.

VIII.- CONCLUSIÓN

De acuerdo con nuestros resultados el uso de un modulador inmunitario administrado al momento del nacimiento en becerras Holstein, no influyo en la ganancia de peso y los niveles de refractometría.

IX.- LITERATURA CITADA

- Abrão, F. O., Duarte, E. R., Freitas, C. E. S., Vieira, E. A., Geraseev, L. C., da Silva-Hughes, A. F., Rosa, C. A., & Rodrigues, N. M. (2014). Characterization of fungi from ruminal fluid of beef cattle with different ages and raised in tropical lignified pastures. *Current Microbiology*, 69(5), 649–659.
- Azevedo, R. A., Machado, F. S., Campos, M. M., Furini, P. M., Rufino, S. R. A., Pereira, L. G. R., Tomich, T. R., & Coelho, S. G. (2016). The effects of increasing amounts of milk replacer powder added to whole milk on feed intake and performance in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 99(10), 8018–8027. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10457>
- Bacha, F. (2013). MODULACIÓN DE LA RESPUESTA INMUNE EN CORDEROS Y CABRITOS, A TRAVÉS DE LA UTILIZACIÓN DE ADITIVOS NUTRICIONALES. In XXXVIII CONGRESO NACIONAL (Vol. 18, No. 20, p. 215).
- Barrantes, T. 2008. Yatrén caseína: inmunoestimulante de uso veterinario que ayuda a disminuir el conteo de células somáticas en vacas lecheras. *Revista Electrónica de Veterinaria* 2008:1-34.
- Beard, JK, Musgrave, JA, Funston, RN y Mulliniks, JT (2019). El efecto de la puntuación de la ubre de la vaca sobre el rendimiento vaca/becerro en Nebraska Sandhills. *Ciencia animal traslacional*, 3 (1), 14-19.
- Berglund, B. y Philipsson, J. (1987). Signos externos de preparación para el parto y curso del parto en razas de ganado lechero sueco. *Ciencia de la reproducción animal*, 15 (1-2), 61-79.
- Bio Zoo. (sf). PROTEIZOO® PLUS. <https://biozoo.com.mx/mx/productos/proteizoo-plus> Consulta diciembre 2023.
- Boichard, D. y Brochard, M. (2012). Nuevos fenotipos para nuevos objetivos genéticos en ganado lechero. *Animales*, 6 (4), 544-550.
- Borchers, MR, Chang, YM, Proudfoot, KL, Wadsworth, BA, Stone, AE y Bewley, JM (2017). Predicción de partos basada en aprendizaje automático a partir de comportamientos de actividad, mentira y rumia en ganado lechero. *Revista de ciencia láctea*, 100 (7), 5664-5674.
- Buczinski, S.; Gicquel, E.; Fecteau, G.; Takwoingi, Y.; Chigerwe, M.; Vandeweerd, JM (2018). Revisión sistemática y metanálisis de la precisión diagnóstica de la refractometría sérica y la refractometría Brix para el diagnóstico de transferencia inadecuada de inmunidad pasiva en terneros. *J. Veterinario. Interno. Medicina*. 32 , 474–483.

- Buczinski, S.; Vandeweerd, JM (2016). Precisión diagnóstica de la refractometría para evaluar la calidad del calostro bovino: una revisión sistemática y un metanálisis. *J. Ciencia láctea*, 99, 7381–7394.
- Cabezas Camacho, D. M. (2016). *Evaluación de la transmisión de inmunidad pasiva en crías montbeliarde, determinando la calidad del calostro, concentración de proteína sérica y prueba de titulación de anticuerpos* (Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2016).
- Cardoso, CL, King, A., Chapwanya, A. y Esposito, G. (2021). Influencias prenatales y posnatales sobre la inmunidad neonatal, el crecimiento y la pubertad de los terneros: una revisión. *Animals*, 11 (5), 1212.
- Carroll, J. A., & Sanchez, N. B. (2014). Overlapping physiological responses and endocrine biomarkers that are indicative of stress responsiveness and immune function in beef cattle. *J. Anim. Sci*, 92, 5311-5318.
- Carta, A., Casu, S. y Salaris, S. (2009). Revisión invitada: Estado actual del mejoramiento genético en ovejas lecheras. *Revista de ciencia láctea*, 92 (12), 5814-5833.
- Castañeda-Bustos, VJ, Montaldo, HH, Valencia-Posadas, M., Shepard, L., Pérez-Elizalde, S., Hernández-Mendo, O., & Torres-Hernández, G. (2017). Relaciones genéticas lineales y no lineales entre rasgos tipológicos y vida productiva en cabras lecheras estadounidenses. *Revista de ciencia láctea*, 100 (2), 1232-1245.
- Cecchinato, A., Macciotta, NPP, Mele, M., Tagliapietra, F., Schiavon, S., Bittante, G. y Pegolo, S. (2019). Análisis genéticos y genómicos de variables latentes relacionadas con el perfil de ácidos grasos de la leche, la composición de la leche y la salud de la ubre en ganado lechero. *Revista de ciencia láctea*, 102 (6), 5254-5265.
- Chesnais, JP, Cooper, TA, Wiggans, GR, Sargolzaei, M., Pryce, JE y Miglior, F. (2016). Uso de la genómica para mejorar la selección de rasgos novedosos en el ganado lechero de América del Norte. *Revista de ciencia láctea*, 99 (3), 2413-2427.
- CONAGUA (Comisión nacional del agua). Atlas del agua en México, ciudad de México, smnr, 2014.
- Cummins C, Berry DP, Sayers R, Lorenz I, Kennedy E. (2016). Questionnaire identifying management practices surrounding calving on spring-calving dairy farms and their associations with herd size and herd expansion. *Animal*. May;10(5):868-77. doi: 10.1017/S1751731116000124. Epub 2016 Feb 9. PMID: 26857400.

- Crook, T. S., Beck, P. A., Gadberry, S., Sims, M. B., Stewart, C. B., Shelton, C., ... & Chapman, J. D. (2020). Influence of an immune-modulatory feed supplement on performance and immune function of beef cows and calves preweaning. *Journal of Animal Science*, 98(3), skaa073.
- Diao, Q., Zhang, R., & Fu, T. (2019). Review of strategies to promote rumen development in calves. *Animals*, 9(8), 1–15. <https://doi.org/10.3390/ani9080490>
- Deelen, S. M., Ollivett, T. L., Haines, D. M., & Leslie, K. E. (2014). Evaluation of a Brix refractometer to estimate serum immunoglobulin G concentration in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 97(6), 3838-3844.
- Delves, P. J. (2019). Inmunidad adquirida. *Msdmanuals*. <https://www.msdmanuals.com/es-co/hogar/trastornos-inmunológicos/biología-del-sistema-inmunitario/inmunidad-adquirida> Consulta enero 2024
- DIFESA. (2024). Yatren®. <https://difesa.mx/products/yatren%C2%AE> Consulta enero 2024.
- Dufty, JH (1981). La influencia de diversos grados de confinamiento y supervisión en la incidencia de distoquia y muerte fetal en novillas Hereford. *Revista veterinaria de Nueva Zelanda*, 29 (4), 44-48.
- Edwards, EM, Krawczel, PD, Dann, HM, Schneider, LG, Whitlock, B. y Proudfoot, KL (2020). Preferencia de lugar de parto y cambios en el comportamiento exploratorio y de mentira de ganado lechero preparto con acceso a pastos. *Revista de ciencia láctea*, 103 (6), 5455-5465.
- Egger-Danner, C., Cole, JB, Pryce, JE, Gengler, N., Heringstad, B., Bradley, A. y Stock, KF (2015). Revisión invitada: descripción general de nuevos rasgos y estrategias de fenotipado en ganado lechero con un enfoque en los rasgos funcionales. *Animales*, 9 (2), 191-207.
- Elizondo-Salazar, J. A. (2015). Characterization of transfer of passive immunity in dairy heifer calves. *Agronomía Mesoamericana*, 26(2), 203-209.
- FASS. Guide for the Care and Use of Agricultural Animals. In *Agricultural Research and Teaching*, 3rd ed.; Federation Animal Science Society: Champaign, IL, USA, 2010; p. 177.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2024). Ganado vacuno. <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/dairy-animals/cattle/es/> Consulta enero 2024.
- Flower, FC y Weary, DM (2009). Evaluación de la marcha en ganado lechero. *Animales*, 3 (1), 87-95.

- Govil, K., Yadav, D. S., Patil, A. K., Nayak, S., Baghel, R. P. S., & Yadav, P. K. (2017). Feeding management for early rumen development in calves. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(3), 1132–1139.
- Gutiérrez-Reinoso, MA, Aponte, PM, Cabezas, J., Rodríguez-Álvarez, L. y García-Herreros, M. (2020). Evaluación genómica de vacas lecheras primíparas de alta producción: efectos de la endogamia sobre los rasgos productivos-reproductivos genotípicos y fenotípicos. *Animales*, 10 (9), 1704.
- Gutierrez-Reinoso, M. A., Aponte, P. M., & Garcia-Herreros, M. (2021). Genomic analysis, progress and future perspectives in dairy cattle selection: A review. *Animals*, 11(3), 599.
- Gutiérrez-Reinoso, MA, Aponte, PM, & García-Herreros, M. (2022). Una revisión de la depresión endogámica en el ganado lechero: estado actual, estrategias de control emergentes y perspectivas futuras. *Revista de investigación láctea*, 89 (1), 3-12.
- Gygax, L., Kutzer, T., Broetje, A. y Wechsler, B. (2015). Influencia de una exposición temprana al corral de partos sobre el comportamiento de tumbarse durante el parto y la distancia de evitación de las novillas lecheras. *Ciencia Ganadera*, 182, 108-111.
- Haagen, I. W., Hardie, L. C., Heins, B. J., & Dechow, C. D. (2021). Genetic parameters of passive transfer of immunity for US organic Holstein calves. *Journal of dairy science*, 104(2), 2018-2026.
- Hazel, AR, Heins, BJ y Hansen, LB (2020). Costo del tratamiento de salud, muerte fetal, supervivencia y conformación de vacas cruzadas Viking Red, Montbéliarde y Holstein en comparación con vacas Holstein puras durante sus primeras 3 lactancias. *Revista de ciencia láctea*, 103 (11), 10917-10939.
- Hammon, H. M., Liermann, W., Frieten, D., & Koch, C. (2020). Review: Importance of colostrum supply and milk feeding intensity on gastrointestinal and systemic development in calves. *Animal*, 14(S1), S133–S143. <https://doi.org/10.1017/S1751731119003148>
- Heinrichs, AJ, Jones, CM, Gray, SM, Heinrichs, PA, Cornelisse, SA y Goodling, RC (2013). Identificar productores eficientes de novillas lecheras utilizando costos de producción y análisis envolvente de datos. *Revista de ciencia láctea*, 96 (11), 7355-7362.
- Hernández Puyol, C. M. (2020). Evaluación de la concepción en cabras utilizando semen crio preservado. Tesis de licenciatura. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Riobamba Ecuador. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14228>

- Hernandez, D., Nydam, D. V., Godden, S. M., Bristol, L. S., Kryzer, A., Ranum, J., & Schaefer, D. (2016). *Brix refractometry in serum as a measure of failure of passive transfer compared to measured immunoglobulin G and total protein by refractometry in serum from dairy calves*. *The Veterinary Journal*, 211, 82–87. doi:10.1016/j.tvjl.2015.11.004
- Hue, DT, Williams, JL, Petrovski, K. y Bottema, CDK (2021). *Predicción de calostro y componentes sanguíneos de terneros según refractometría*. *Revista de investigación láctea*, 88(2), 194–200. doi:10.1017/s0022029921000340
- Hyttel, P., Sinowatz, F., Vejlsted, M. y Betteridge, K. (2009). *Fundamentos de embriología de animales domésticos*. Ciencias de la Salud Elsevier.
- Inchaisri, C., Hogeveen, H., Vos, PLAM, Van Der Weijden, GC y Jorritsma, R. (2010). Efecto de las características de producción de leche, raza y paridad sobre el éxito de la primera inseminación en vacas lecheras holandesas. *Revista de ciencia láctea*, 93 (11), 5179-5187.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2016. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Torreón, Coahuila de Zaragoza. Clave geoestadística 05035.
- Iraira, S., y Canto, F. (2014). Bienestar animal en crianza de terneros de lechería. <https://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/148453/MANUAL%20DE%20CRIANZA%20DE%20TERNERAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y> consultado enero 2024
- Jacobs, JA y Siegford, JM (2012). Las vacas lecheras lactantes se adaptan rápidamente al ordeño mediante un sistema de ordeño automático. *Revista de ciencia láctea*, 95 (3), 1575-1584.
- Lombard, JE, Garry, FB, Tomlinson, SM y Garber, LP (2007). Impactos de la distocia en la salud y supervivencia de los terneros lecheros. *Revista de ciencia láctea*, 90 (4), 1751-1760.
- Mainau, E. y Manteca, X. (2011). *Dolor y malestar provocado por el parto en vacas y cerdas*. *Ciencias aplicadas del comportamiento animal*, 135 (3), 241–251. doi:10.1016/j.applanim.2011.10.02
- Mancin, E., Sartori, C., Guzzo, N., Tuliozi, B. y Mantovani, R. (2021). Respuesta de selección debido a diferentes combinaciones de leche, carne vacuna y rasgos morfológicos antagónicos en la raza de ganado gris alpino. *Animales*, 11 (5), 1340.
- Martin G. N. (2016). Uso de inmunoestimulantes en rumiantes. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/uso-de-inmunoestimulantes-en-rumiantes/#:~:text=Los%20inmunoestimulantes%20son%20sustancias%20cap>

aces, actividad%20de%20diferentes%20c%C3%A9lulas%20inmunitarias
Consulta enero 2024.

- McDaniel, C. J., Cardwell, D. M., Moeller, R. B., & Gray, G. C. (2014). Humans and cattle: a review of bovine zoonoses. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 14(1), 1-19.
- McGrath, B. A., Fox, P. F., McSweeney, P. L. H., & Kelly, A. L. (2016). Composition and properties of bovine colostrum: a review. *Dairy Science & Technology*, 96(2), 133–158.
- Meade, K. G. (2015). Advances in bovine immunology—new tools and new insights to tackle old foes. *Frontiers in Immunology*, 6, 71.
- Mee, J. F. (2020). Investigation of bovine abortion and stillbirth/perinatal mortality—similar diagnostic challenges, different approaches. *Irish Veterinary Journal*, 73(1), 20.
- Mee, JF, Grant, J., Sánchez-Miguel, C. y Doherty, M. (2013). Prácticas de parto y manejo del parto en rebaños lecheros con antecedentes de alta o baja mortalidad perinatal bovina. *Animales*, 3 (3), 866-881.
- NAM-National Academy of Medicine. Co-Produced by the National Academy of Medicine—Mexico and the Association for Assessment and Accreditation of Laboratory Animal Care International. In *Guide for the Care and Use of Laboratory Animals*, 1st ed.; Harlan: Mexico City, Mexico, 2010.
- Noakes, DE, Parkinson, TJ e England, GC (Eds.). (2018). *Reproducción veterinaria y obstetricia de Arthur-Libro electrónico*. Ciencias de la Salud Elsevier.
- Nordlund, K., Cook, N. y Oetzel, G. (2006). Mezcla de vacas lecheras: movimientos de corral, densidad de población y salud. En *Actas de la conferencia de la Asociación Estadounidense de Practicantes Bovinos* (págs. 36-42).
- Ortiz, J. G. O., y Morales, G. (2005). Manual Del Participante Manejo De Bovinos Productores De Leche. Institución De Enseñanza E Investigación En Ciencias Agrícolas México-Puebla-San Luis Potosí-Tabasco-Veracruz-Córdoba.
- Palombi, C., Paolucci, M., Stradaioli, G., Corubolo, M., Pascolo, P. B., & Monaci, M. (2013). Evaluation of remote monitoring of parturition in dairy cattle as a new tool for calving management. *BMC veterinary research*, 9(1), 1-9.
- Pagnoncelli, MG, de Melo Pereira, GV, Fernandes, MJ, Tanobe, VO y Soccol, CR (2017). Inmunoglobulinas lácteas y sus implicaciones para la promoción de la salud. *Nutrientes de los lácteos y sus implicaciones para la salud y las enfermedades*, 87-96.
- Pokhrel, B., & Jiang, H. (2024). Postnatal Growth and Development of the Rumen: Integrating Physiological and Molecular Insights. *Biology*, 13(4), 269.

- Pritchard, T.; Coffey, M.; Mrode, R.; Wall, E. (2013). Comprensión de la genética de la supervivencia en las vacas lecheras. *J. Ciencia láctea*. 96, 3296–3309.
- Proudfoot, KL, Jensen, MB, Weary, DM y VonKeyserlingk, MAG (2014). Las vacas lecheras buscan aislamiento durante el parto y cuando están enfermas. *Revista de ciencia láctea*, 97 (5), 2731-2739.
- Quiroga Sánchez, I. G., Espinosa Nuñez, A. C., & Suárez Sánchez, F. H. (2020). Tratamientos alternativos en tumor venéreo transmisible en caninos. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 15(3), 25-40.
- Sánchez-Salas, J., Elizondo-Salazar, J. A., & Arroyo-Quesada, G. (2012). Estado inmunológico de terneras y terneros de lechería en la Región Huetar Norte de Costa Rica.: Año I. *Agronomía Mesoamericana*, 23(2), 321-327.
- Sandoval, C. A. B., Castillo, D. H. M., Ramírez, G. F., Gómez, M. P., Malavet, F. B., & Manrique, J. A. (2008). Inmunidad pasiva en potros de madres inmunoestimuladas con células inactivadas de propionibacterium granulosum y lipopolisacáridos (Ips). *Revista de Medicina Veterinaria*, (16), 43-51.
- SADER (Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural). (2023). Al alza producción lechera en México, crece 9% en los últimos cinco años. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/al-alza-produccion-lechera-en-mexico-crece-9-en-los-ultimos-cinco-anos> Consulta enero 2024
- Saleski, J., Marro, O., Monteavaro, C., & Bottini, E. (2017). Determinación de la calidad de calostros en tambos del departamento de Rio Segundo, Córdoba. *Recuperado de Facultad de Ciencias Veterinarias: [https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1595/Saleski% 2C% 20Jonathan.pdf](https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1595/Saleski%20Jonathan.pdf)*
- SENASICA. (2019). Manual de buenas prácticas pecuarias en unidades de producción de leche bovina.
- Schuenemann, GM, Nieto, I., Bas, S., Galvão, KN y Workman, J. (2011). Evaluación del progreso del parto y tiempos de referencia para intervención obstétrica durante distocia en vacas lecheras Holstein. *Revista de ciencia láctea*, 94 (11), 5494-5501.
- Shanks, RD, Rooney, KA y Hutjens, MF (1983). Prácticas de reproducción en granjas Holstein de Illinois. *Revista de ciencia láctea*, 66 (5), 1209-1217.
- Soufleri, A.; Baños, G.; Panousis, N.; Fletouris, D.; Arseños, G.; Kougioumtzis, A.; Valergakis, GE (2021). Evaluación de factores que afectan la calidad y cantidad del calostro en ganado lechero Holstein. *Animals*. 11, 2005.

- Sweeney, R. W., Collins, M. T., Koets, A. P., McGuirk, S. M., & Roussel, A. J. (2012). Paratuberculosis (Johne's disease) in cattle and other susceptible species. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 26(6), 1239-1250.
- Tacoma, R., Gelsinger, S. L., Lam, Y. W., Scuderi, R. A., Ebenstein, D. B., Heinrichs, A. J., & Greenwood, S. L. (2017). Exploration of the bovine colostrum proteome and effects of heat treatment time on colostrum protein profile. *Journal of Dairy Science*, 100(11), 9392–9401. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13211>
- Tierarzt, V. S., & Johnston, D. E. (1967). The causes and treatment of dystocia in beef cattle in western Victoria: 2. causes, methods of correction and maternal death rates. *Australian Veterinary Journal*, 43(1), 13-21.
- Tizard, I. R. (2009). *Introducción a la inmunología veterinaria*. Elsevier Health Sciences.
- Tizard, I. R. (2018). Inmunidad innata humoral: mediadores de la inflamación. In *Inmunología veterinaria* (10th ed., pp. 18–49). Elsevier.
- Turini, L., Conte, G., Bonelli, F., Sgorbini, M., Madrigali, A., & Mele, M. (2020). The relationship between colostrum quality, passive transfer of immunity and birth and weaning weight in neonatal calves. *Livestock Science*, 238, 104033.
- Ulfman, LH, Leusen, JH, Savelkoul, HF, Warner, JO y Van Neerven, RJ (2018). Efectos de las inmunoglobulinas bovinas sobre la función inmune, la alergia y la infección. *Fronteras en nutrición*, 5, 52.
- USDA-NASS (Servicio Nacional de Estadísticas Agrícolas) (2018). Estadísticas por tema: Estadísticas nacionales de leche. https://www.nass.usda.gov/Statistics_by_Subject/index.php?sector=ANIMALS%20&%20PRODUCTS Consulta en noviembre 2023
- Van Niekerk, J. K., Middeldorp, M., Guan, L. L., & Steele, M. A. (2021). Prewaning to postweaning rumen papillae structural growth, ruminal fermentation characteristics, and acute-phase proteins in calves. *Journal of Dairy Science*, 104(3), 3632-3645.
- Viteri, ARE. (2020). Evaluación del encalostramiento en terneros de engorde sin intervención del personal en una hacienda en el Carmen Manabí mediante valoración de proteínas totales séricas con refractometría. Tesis de licenciatura. Facultad de ciencias de la salud, Universidad de las Américas (UDLA). Quito, Ecuador. <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/12020/1/UDLA-EC-TMVZ-2020-14.pdf>
- Vlasova, AN y Saif, LJ (2021). Inmunología bovina: implicaciones para el ganado lechero. *Fronteras en Inmunología*. 12 , 643206.

- Weldeyohanes, G., & Fesseha, H. (2020). Dystocia in domestic animals and its management. *International Journal of Pharmacy & Biomedical Research*, 7(3), 1-11.
- Welk, A., Otten, ND y Jensen, MB (2023). Revisión invitada: El efecto de las prácticas de alimentación con leche en el comportamiento, la salud y el rendimiento de las terneras lecheras: una revisión sistemática. *Revista de ciencia láctea*.
- Yohe, T. T., Schramm, H., White, R. R., Hanigan, M. D., Parsons, C. L. M., Tucker, H. L. M., ... & Daniels, K. M. (2019). Form of calf diet and the rumen. II: Impact on volatile fatty acid absorption. *Journal of Dairy Science*, 102(9), 8502-8512.
- Zago, D., Canozzi, MEA y Barcellos, JOJ (2019). Nutrición de vacas preñadas y sus efectos sobre el peso fetal: un metanálisis. *La Revista de Ciencias Agrícolas*, 157 (1), 83-95.
- Zhang, H., Wang, Y., Chang, Y., Luo, H., Brito, LF, Dong, Y., ... y Liu, L. (2019). Tasas de mortalidad por sacrificio de terneros lecheros y novillas de reemplazo y sus factores de riesgo en ganado Holstein. *Animals*. 9 (10), 730.