

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS



Evaluación de la calidad microbiológica en el proceso de preparación del sustituto
de leche para becerros

Por:

Lesli Arely Bernabé Ramos

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Junio 2025

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

Evaluación de la calidad microbiológica en el proceso de preparación del sustituto
de leche para becerros

Por:

Lesli Arely Bernabé Ramos

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



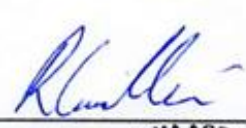
Dr. Juan Manuel Guillén Muñoz
Presidente



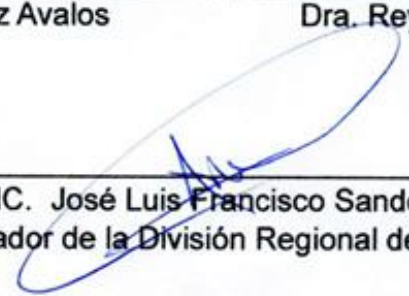
MC. Blanca Patricia Peña Revuelta
Vocal



Dr. Ramiro González Avalos
Vocal



Dra. Reyna Roxana Guillén Enriquez
Vocal Suplente



MC. José Luis Francisco Sandoval Elías
Coordinador de la División Regional de Ciencias Básicas



Torreón, Coahuila, México
Junio 2025

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

Evaluación de la calidad microbiológica en el proceso de preparación del sustituto
de leche para becerros

Por:

Lesli Arely Bernabé Ramos

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


Dra. Reyna Roxana Pineda Enriquez
Coasesor


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



Torreón, Coahuila, México
Junio 2025

DEDICATORIAS

A mis padres, Abelardo Bernabé Hernández y Josefina Ramos Ramos, por su amor y apoyo incondicional desde el primer momento; por inspirarme a superarme día con día y por ser el hogar que siempre me sostuvo con amor.

A mis hermanas, Leiry Saraí Bernabé Ramos y Zaira Yariseli Bernabé Ramos, por sus palabras de ánimo y sus consejos constantes a lo largo de este camino; por el simple hecho de estar ahí, de abrazarme con sus palabras en los momentos más difíciles.

A mis abuelos y tíos: Por motivarme, incluirme en sus oraciones y siempre desear lo mejor para mi crecimiento profesional.

A mi novio Aarón Ochoa Ortega, por ser la sonrisa que ilumina mis días incluso a la distancia y ser mi familia en este camino lejos de casa. Gracias por creer en mí siempre.

A mis papás adoptivos: Damián e Ivone Murillo por abrirme las puertas de su casa y abrazarme como una hija.

AGRADECIMIENTOS

A mi Dios, por darme vida y salud.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, por haberme brindado las herramientas necesarias, el conocimiento académico y científico, así como un entorno adecuado para el aprendizaje, la reflexión y el crecimiento personal y profesional. Agradezco la formación integral que recibí a lo largo de estos años, el compromiso de sus docentes y personal administrativo, así como las oportunidades académicas que me permitieron desarrollar competencias fundamentales para mi ejercicio profesional.

A la Dra. Reyna Roxana Guillén Enríquez por su apoyo, paciencia y compromiso a lo largo de este trabajo. Gracias por compartir sus conocimientos con generosidad. Su acompañamiento fue clave en este proceso, mi reconocimiento y admiración.

Al Dr. Ramiro González Ávalos, por su acompañamiento y orientación. Su experiencia y las enseñanzas impartidas a lo largo de la carrera fueron esenciales para la realización de este trabajo. Su compromiso con la formación profesional de cada estudiante y la generosidad con la que comparte su conocimiento dejaron una huella significativa en este proceso académico.

A mi comité de asesoría, por el tiempo y la dedicación brindados durante cada etapa de revisión de esta tesis. Agradezco sus valiosas observaciones, que no solo fortalecieron el contenido del trabajo, sino que también ampliaron mi perspectiva académica. Su acompañamiento constante a lo largo de este proceso formativo fue

clave para el desarrollo de mis habilidades, y su compromiso con la excelencia académica representa un ejemplo que llevaré conmigo en mi trayectoria profesional.

A la Técnica Académico del Laboratorio de Química, Ing. Sheila Mayela Ávila Berumen, por su disposición y las facilidades otorgadas para el desarrollo del trabajo experimental.

A mi Sensei Alejandro G. por enseñarme mucho más que técnicas de combate. Gracias por su disciplina, su paciencia y por sembrar en mí la fuerza del cuerpo y la mente.

Índice general

DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS	ii
Índice general.....	iv
RESUMEN.....	vi
Índice de cuadros.....	vii
Índice de figuras	viii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general	3
1.2. Objetivo específico:.....	3
1.3. Hipótesis.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Higiene en la preparación del sustituto de leche.....	4
2.2. Relevancia del agua en el bienestar animal.	4
2.3 Prácticas de manejo.....	5
2.4 Agua electrolizada.....	6
2.5 Sustitutos de leche.....	7
2.6. Contaminación microbiológica en sistemas de alimentación	8
2.7 Calidad microbiológica del agua	9
2.8. Evaluación de prácticas de limpieza y desinfección	10
2.9 Buenas prácticas de manejo en la alimentación	12
2.10 Evaluación de riesgos en puntos críticos de contaminación.....	13
2.11 Implicaciones de la contaminación microbiológica del agua en la salud pública	13
3. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1 Ubicación.....	15
3.2 Recolección de muestras	15
3.4 Preparación de medios de cultivo	16
3.5 Diluciones y siembra	16
3.6 Incubación y conteo de UFC.....	17
3.7 Análisis estadístico	17
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
4.3 Test de Kruskal-Wallis y test de Dunn.	22

5. CONCLUSIONES	24
6. LITERATURA CITADA	25

RESUMEN

El manejo higiénico de los utensilios y del agua empleados en la preparación del sustituto de leche es un aspecto crítico en la salud neonatal de becerros lecheros. El objetivo de este estudio fue evaluar la carga bacteriana presente en el agua y en los recipientes utilizados para preparar el sustituto de leche en becerros, identificando los puntos críticos de contaminación. Se recolectaron muestras microbiológicas de cuatro puntos del proceso: agua potable, sustituto en polvo, mezcla del sustituto con agua, y tina de preparación. Las muestras se diluyeron en serie, sembraron en agar nutritivo e incubaron durante 48 horas. El conteo de UFC/mL se realizó conforme a la NOM-092-SSA1-1994. Posteriormente, se aplicó un análisis estadístico no paramétrico mediante las pruebas de Kruskal-Wallis y Dunn. Los resultados mostraron que el mayor promedio de UFC se presentó en las muestras obtenidas de la tina y de la mezcla final, mientras que el sustituto de leche en polvo fue el componente con menor carga microbiana. Si bien las diferencias no fueron estadísticamente significativas, la tendencia observada sugiere que los utensilios empleados en la preparación del alimento constituyen un posible foco de contaminación microbiológica. Este estudio destaca la importancia de implementar protocolos estrictos de limpieza y desinfección en las unidades de producción lechera, especialmente en el manejo del agua y utensilios utilizados para la alimentación de becerros, como estrategia preventiva para reducir riesgos sanitarios y mejorar el bienestar animal desde etapas tempranas.

Palabras clave: Buenas prácticas, Utensilios de alimentación, Bebederos, becerros, Sanitización, Contaminación cruzada

Índice de cuadros

Cuadro 1. Conteo de unidades formadoras de colonias (UFC) en muestra de agua, sustituto de leche y utensilios utilizados en su preparación.18

Cuadro 2. Resultados del conteo de UFC en duplicado a partir de diluciones seriadas 1×10^{-5} y 1×10^{-6} . Se presentan los promedios y su desviación estándar de cada placa para las muestras de agua, sustituto de leche, tina y mezcla final.21

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación de la UAAAN UL	15
Figura 2. Toma de muestras	16
Figura 3. Conteo promedio de unidades formadoras de colonias (UFC/mL) obtenidas para las muestras de agua potable (H_2O), sustituto en polvo (S), tina utilizada para la mezcla (T) y mezcla final del sustituto con agua ($S+H_2O$). Los valores representan el promedio de	21

1. INTRODUCCIÓN

La salud, el bienestar y el rendimiento de los terneros durante sus primeras semanas de vida son factores determinantes para su futuro productivo como vacas lecheras adultas (Silva-Antunes *et al.*, 2024). Un adecuado desarrollo en esta etapa garantiza animales más sanos, longevos y eficientes, lo cual impacta directamente en la rentabilidad del sistema productivo (Brown *et al.*, 2021).

Diversos estudios han evidenciado que una gestión deficiente de estos factores, especialmente en lo relativo a la higiene, puede comprometer gravemente la salud de los neonatos (Brown *et al.*, 2021; Palczynski *et al.*, 2021; Jessop *et al.*, 2024; Edwards *et al.*, 2025). En México, se ha identificado que las infecciones respiratorias y gastrointestinales, muchas veces asociadas a prácticas de manejo inadecuadas, son causas significativas de morbilidad y mortalidad en terneros jóvenes, afectando su desempeño a largo plazo y generando implicaciones económicas para los productores de ganado (Madureira *et al.*, 2024).

Analizar las rutinas operativas dentro de los establos lecheros y detectar áreas donde las recomendaciones científicas actuales no se aplican de forma consistente resulta crucial para mejorar el bienestar animal (Hayer *et al.*, 2021). Una correcta gestión de la higiene puede disminuir significativamente la carga de bacterias patógenas y actuar como una estrategia preventiva clave contra enfermedades infecciosas (Céline *et al.*, 2021).

Asimismo, el agua juega un papel determinante tanto en la nutrición como en la sanidad de los terneros (Kamal *et al.*, 2024). La calidad microbiológica del agua y el estado de los recipientes donde se suministra pueden influir directamente en el

riesgo de enfermedades como la coccidiosis, cuando se utilizan fuentes contaminadas como ríos, estanques o bebederos sucios (Silva-Antunes *et al.*, 2024). Por ello, los estándares internacionales y nacionales de calidad del agua para consumo animal enfatizan la necesidad de eliminar agentes biológicos y químicos potencialmente peligrosos (Senevirathne *et al.*, 2021).

La limpieza de los utensilios usados para la preparación del sustituto de leche, como cubetas, tinas o biberones, también desempeña un papel fundamental (Bonizzi *et al.*, 2022). La evidencia demuestra que su higiene posterior a cada uso reduce significativamente los niveles de bacterias mesófilas aerobias (TVC), las cuales han sido asociadas a problemas digestivos y menor absorción de nutrientes en becerro (Robi *et al.*, 2024).

Además, la disponibilidad continua de agua limpia y fresca no solo es esencial para la regulación térmica del cuerpo, sino que también estimula el consumo de alimento sólido, favoreciendo un crecimiento más eficiente (Sambuceti *et al.*, 2021; Schütz *et al.*, 2021). Por lo previamente mencionado, evaluar la calidad higiénico-microbiológica del proceso de preparación del sustituto de leche se convierte en una estrategia clave para reducir riesgos sanitarios y mejorar los parámetros productivos desde las primeras etapas del desarrollo.

1.1. Objetivo general

Evaluar la carga bacteriana (UFC) presente en el agua y en los recipientes (tinajas) utilizados para la preparación del sustituto de leche en becerros holstein.

1.2. Objetivo específico:

- Cuantificar la carga bacteriana presente en el agua utilizada para la preparación del sustituto de leche mediante métodos de recuento en placa.
- Determinar la presencia y concentración de bacterias mesófilas aerobias en los utensilios empleados durante la preparación del sustituto de leche.
- Comparar la carga bacteriana entre utensilios limpios y utensilios recién usados en el proceso de alimentación.

1.3. Hipótesis

La carga bacteriana presente se incrementa en el agua y en los recipientes utilizados en la preparación del sustituto de leche.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Higiene en la preparación del sustituto de leche.

El entorno afecta directamente el rendimiento, la salud y el manejo nutricional de los animales, influyendo en su bienestar general y productividad (Rivas *et al.*, 2020). Identificar los factores de riesgo relacionados con las prácticas agrícolas podría facilitar la implementación de medidas efectivas para controlar la presencia de *E. coli* O157:H7, reduciendo su impacto en la salud animal y humana (Jaroni *et al.*, 2023). Los resultados de los niveles de contaminación en los equipos de alimentación utilizados para terneros predestetados podrían ayudar a granjas a establecer un punto de referencia y así mejorar la gestión general de la higiene (Driessche *et al.*, 2023).

El incremento de la temperatura ambiental provoca un aumento en el consumo de agua y eleva los riesgos de proliferación microbiana en los comederos del ganado (Burkhardt *et al.*, 2024)

2.2. Relevancia del agua en el bienestar animal.

La relevancia del agua potable en la producción y el bienestar animal es ampliamente reconocida (Jensen y Vestergaard., 2021).

El consumo de agua se incrementó con el aumento de la temperatura ambiente, lo que resalta la importancia de ofrecer agua potable en climas cálidos (Lowe *et al.*, 2022). Ya que cumple diversas funciones orgánicas esenciales, como la digestión, la absorción y el metabolismo, el transporte de nutrientes y otras sustancias entre tejidos, la eliminación de desechos, la creación de un ambiente fluido para el feto,

la producción de leche y la regulación de la temperatura corporal, entre otras (Aguilar *et al.*, 2022).

El agua potable de mala calidad desempeña un papel perjudicial en la supresión de la inmunidad de los terneros, lo que da lugar a una mayor tasa de mortalidad de terneros (Kamal *et al.*, 2024). El suministro constante de agua es esencial para la supervivencia de los animales y para satisfacer diversas necesidades relacionadas con el mantenimiento de su salud y bienestar; la disponibilidad de agua influye tanto directa como indirectamente en la hidratación, la alimentación, la limpieza de los animales y su entorno, así como en otras actividades relacionadas con la producción lechera (Singh *et al.*, 2022).

La preocupación por el impacto de las prácticas agrícolas en la calidad del agua ha ido en aumento en los últimos años (Qi *et al.*, 2023).

2.3 Prácticas de manejo

La implementación de técnicas de manejo adecuadas en la cría de terneros lecheros tiene un impacto considerable en su salud, bienestar y productividad, sin embargo, a pesar de la amplia literatura disponible sobre las mejores prácticas, las tasas de morbilidad y mortalidad en los terneros continúan siendo elevadas (Mahendran *et al.*, 2022).

El manejo adecuado de la higiene es fundamental para mantener un alto nivel de salud en los sistemas convencionales de producción porcina y lograr una interrupción efectiva de las cadenas de infección, aunque en la actualidad la eficiencia de los procesos de limpieza y desinfección suele evaluarse únicamente

mediante inspección visual o, en muchos casos, no se evalúa en absoluto, por lo que este estudio tuvo como propósito analizar los métodos disponibles para el monitoreo de la higiene en granjas porcinas, identificar puntos críticos dentro de los corrales y utilizar la información recopilada con fines de capacitación, complementando la inspección visual basada en la evaluación de la limpieza con muestreos mediante hisopos para su estudio microbiológico (Heinemann *et al.*, 2020).

Nuevas evidencias indican que la proximidad entre el ganado y los seres humanos en entornos domésticos puede generar contaminación microbiológica en las manos, los objetos, los alimentos y el agua, lo cual afecta negativamente la salud pública (Trajano *et al.*, 2020)

2.4 Agua electrolizada

El agua electrolizada se presenta como una alternativa eficaz, ya que se ha demostrado que reduce la presencia de diversas especies de hongos y bacterias. Además, se ha evidenciado que posee propiedades bactericidas contra varias bacterias perjudiciales en condiciones "in vitro" y también contra hongos. Su acción antimicrobiana se atribuye a su alto potencial de reducción-oxidación (Santoyo *et al.*, 2023).

Tiene diversas aplicaciones, con una amplitud en la eliminación de principales tipos de agentes patógenos, entre ellos: bacterias, hongos, virus, protozoos, algas y nematodos (Iram *et al.*, 2021).

El agua electrolizada es una opción económica y sumamente efectiva en comparación con los productos de limpieza tradicionales, ya que elimina microorganismos patógenos y, al mismo tiempo, minimiza los efectos negativos de los desinfectantes químicos peligrosos en el medio ambiente (Rebezov *et al.*, 2022).

El agua electrolizada con pH equilibrado (7) es una solución antimicrobiana innovadora que tiene efecto sobre una amplia gama de microorganismos, siendo segura para los seres humanos y el medio ambiente. Gracias a su alta capacidad de superoxidación y al pH equilibrado, se emplea eficazmente para inhibir la germinación de esporas y el desarrollo del tubo germinativo en hongos relevantes en la poscosecha (Molina, 2022).

2.5 Sustitutos de leche

La leche o el sustituto lácteo puede proporcionarse mediante baldes individuales, grupales o alimentadores automáticos, mientras que el alimento balanceado y el agua se suministran en comederos y bebederos (Sambuceti *et al.*, 2021).

Las proteínas del suero constituyen un componente clave en los sustitutos lácteos (MR) y se consideran el estándar de excelencia para la alimentación de terneros. Sin embargo, el uso de fuentes de proteína alternativas puede disminuir el costo de los MR, siempre que se mantenga un rendimiento comparable en los terneros (Grice *et al.*, 2020).

En su mayoría los sustitutos de leche (EM) contienen una mayor cantidad de lactosa que la leche entera, lo que, al ser administrados en grandes porciones, podría

comprometer la función de la barrera intestinal en los terneros (Welboren *et al.*, 2021).

2.6. Contaminación microbiológica en sistemas de alimentación

Una nutrición optimizada del ganado se reconoce como el factor clave para mejorar la productividad; sin embargo, esta puede verse seriamente comprometida por la presencia de contaminación microbiológica en los alimentos (Baltenweck *et al.*, 2020).

El aire en los corrales, un factor poco estudiado, puede influir significativamente en la salud de los terneros, especialmente cuando dicha contaminación afecta los sistemas de alimentación a través de la exposición de alimentos o agua al ambiente contaminado. (Bonizzi *et al.*, 2022).

La contaminación microbiológica en los sistemas de alimentación es una preocupación importante, ya que patógenos alimentarios como *Salmonella* Dublin y *Campylobacter* spp. representan un riesgo significativo. Algunos estudios han señalado que el consumo de hígado de ternera, cuando proviene de animales expuestos a estos microorganismos, está relacionado con un mayor riesgo de enfermedades humanas. (Arsenault *et al.*, 2023).

La prevalencia de *Salmonella* en ganglios linfáticos de terneros puede variar según la estacionalidad, la ubicación y el entorno del corral, lo que refleja la influencia de la contaminación microbiológica en el sistema de alimentación; Es por eso que, algunos estudios buscan establecer tasas de prevalencia de este patógeno en componentes ambientales clave como el agua del comedero, el suelo del corral, los

ingredientes del alimento, las raciones preparadas y las muestras fecales. (Arnol et al., 2023).

La presencia de micotoxinas en los piensos afecta tanto a las cadenas de valor de alimentos y piensos como a la salud y productividad de los animales, generando consecuencias negativas (Changwa et al., 2021)

El alimento para vacas, como la ración total mezclada (TMR) o el ensilado, es vulnerable al desarrollo de mildiu, lo que puede derivar en la producción de micotoxinas. Estos problemas representan formas de contaminación microbiológica que están fuertemente vinculadas con la salud y el rendimiento de las vacas lecheras. (Zhang et al., 2020).

La contaminación microbiológica en los sistemas de alimentación representa un riesgo significativo, ya que puede facilitar la transmisión de enfermedades como la septicemia hemorrágica (HS), la cual puede propagarse mediante el contacto directo, así como por la ingestión o inhalación de alimentos o agua contaminados. (Lestari et al., 2025).

2.7 Calidad microbiológica del agua

A nivel global, los desechos generados por actividades agrícolas e industriales son una fuente significativa de contaminación del agua; Contaminantes como microbios, pesticidas y metales pesados, cuando exceden los límites aceptables en cuerpos de agua, pueden provocar diversas enfermedades, como mutagenicidad, cáncer, problemas gastrointestinales y afecciones dérmicas, especialmente al bioacumularse a través de la ingestión o el contacto con la piel. En la actualidad, se

han implementado diversas tecnologías para tratar estos desechos y contaminantes, incluyendo sistemas de purificación por membranas y métodos de intercambio iónico (Anani *et al.*, 2023).

Las muestras de sedimentos en el agua proporcionan información acumulativa a lo largo del tiempo, a diferencia del agua superficial, que refleja condiciones transitorias; por ello, aplicamos un marco recientemente desarrollado para la búsqueda, recopilación de información y pruebas microbianas, con el objetivo de identificar fuentes geográficas y evaluar su impacto en los marcadores (Friedman *et al.*, 2022).

A pesar de la importancia que tiene la calidad del agua de bebida en la fisiología, el bienestar y el rendimiento del ganado, factores como la formación de biopelículas en las superficies de los comederos rara vez son investigados en relación con la calidad microbiana del agua; se propuso determinar el impacto de la formación de biopelículas en dicha calidad y evaluar métodos de prueba rápida para calificar el estado higiénico de los comederos en condiciones de granja (Hayer *et al.*, 2022).

A nivel global, la *Escherichia coli* *diarreogénica* (DEC) ha estado asociada con la propagación de enfermedades de origen hídrico, y las aguas residuales procedentes de mataderos han desempeñado un papel en su dispersión hacia las cuencas hidrográficas (Nfor *et al.*, 2025).

2.8. Evaluación de prácticas de limpieza y desinfección

Las prácticas de limpieza actualmente empleadas en la crianza de terneros en etapa de predestete en granjas lecheras de Quebec, Canadá; se evaluó la contaminación

del equipo de alimentación utilizado para estos terneros mediante la medición de ATP (expresado en unidades relativas de luz, RLU), inspección visual y análisis bacteriológico, durante la visita a la granja, se realizó una evaluación visual del estado del equipo de alimentación disponible, posteriormente, se llevaron a cabo mediciones de ATP mediante luminometría utilizando hisopos UltraSnap y MicroSnap (Hygiene, Camarillo, CA), aplicando la técnica de enjuague líquido a cubetas, tetinas, biberones, comederos de sonda esofágica (TE), el tubo de los comederos automáticos de leche (AMF), así como a muestras de agua y sustituto de leche, además, se empleó una técnica adicional de hisopado directo sobre cubetas y tetinas, el fluido recuperado del enjuague líquido se utilizó también para determinar el recuento total de bacterias (TBC) y el recuento total de coliformes, a partir del análisis bacteriológico, se establecieron los valores de corte óptimos de RLU para identificar niveles de contaminación (Van *et al.*, 2023).

Los ensayos clínicos confirmaron que el grupo de desinfección superpuesta basado en fago combinado con desinfectantes químicos no solo redujo la dosis de desinfectantes utilizados, sino que redujo significativamente los recuentos bacterianos totales en el suelo y en el comedero de las granjas lecheras; Estos hallazgos sugieren que la desinfección superpuesta basada en fagos es un método alternativo prometedor para combatir los patógenos de la mastitis en las granjas lecheras debido a sus propiedades altamente eficientes y respetuosas con el medio ambiente (Xue *et al.*, 2024).

2.9 Buenas prácticas de manejo en la alimentación

Diversos factores, como la nutrición, el manejo y las condiciones ambientales, influyen en la salud animal (Polak & Paszczyk., 2021).

El control de los patógenos de transmisión alimentaria en la leche de búfala es fundamental para asegurar la inocuidad del producto y proteger la salud del consumidor; Para lograrlo, es indispensable implementar buenas prácticas de manejo en el alimento, desde la selección y almacenamiento de los insumos hasta su distribución, evitando así la contaminación cruzada y reduciendo la presencia de microorganismos patógenos que puedan afectar la calidad del producto lácteo (Singh *et al.*, 2024).

En la producción lechera, el alimento para animales desempeña un papel clave en la seguridad alimentaria; Sin embargo, puede contaminarse o deteriorarse tanto en las granjas como en los sitios de almacenamiento, debido a la presencia natural de una amplia variedad de microorganismos en el propio alimento o en su entorno (Tadele *et al.*, 2023).

La calidad y la inocuidad de los alimentos, junto con la regulación adecuada del metabolismo de nutrientes a nivel celular, son aspectos esenciales para la salud humana; no obstante, en ocasiones es inevitable la presencia de residuos de compuestos no deseados o peligrosos en los alimentos (Xia *et al.*, 2023).

2.10 Evaluación de riesgos en puntos críticos de contaminación

Contar con infraestructuras adecuadas para el suministro de agua, una gestión adecuada de aguas residuales y excretas animales, así como la implementación de programas de monitoreo regular en las granjas, contribuirá significativamente a reducir la transmisión de enfermedades (Ponce y García., 2021).

2.11 Implicaciones de la contaminación microbiológica del agua en la salud pública

El agua es el nutriente más esencial para el ganado en sistemas de pastoreo; no obstante, la competencia con municipios, industrias y otros sectores a menudo obliga al ganado a depender de fuentes de agua de baja calidad, en los pastizales del oeste, las aguas superficiales suelen estar contaminadas debido a la extracción de minerales, la escorrentía proveniente del riego y otras actividades humanas, los minerales contaminantes presentes en el agua potable se suman a aquellos ya presentes en los alimentos, este artículo tiene como objetivo brindar a productores y veterinarios los conocimientos fundamentales para evaluar si una fuente de agua determinada es segura para el consumo del ganado (Raisbeck, 2020).

El uso de agua de mar desalinizada para fines domésticos, industriales y agrícolas está aumentando en regiones áridas y semiáridas; como resultado, en estas zonas, el agua potable disponible para las vacas lactantes presenta niveles de salinidad y concentración de minerales más bajos que en el pasado, aunque se considera que el agua con sólidos disueltos totales (TDS) de hasta 1000 ppm es segura para el consumo, una salinidad reducida podría influir en la fisiología ruminal, así como en la ingesta de alimento y agua, o en la producción de leche, por ello, en este estudio

se evaluó el efecto de la salinidad del agua potable sobre el rendimiento de vacas lactantes, utilizando un rango de conductividad eléctrica (CE) de 400 a 1000 microSiemens (μS)/cm (equivalente a TDS de 200 a 500 ppm), para ello, se preparó agua con CE superior a 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ mediante la adición controlada de NaCl (Iritz *et al.*, 2025).

A medida que el calentamiento global intensifica y provoca cambios climáticos extremos, es probable que las condiciones secas y cálidas se vuelvan más frecuentes a nivel mundial; en este contexto, minimizar las interacciones entre especies en fuentes de agua natural contaminadas se vuelve crucial para resguardar la salud pública, nuestro estudio evidencia el papel del agua natural como fuente de infección y vía de propagación de enfermedades en el ganado bovino, asimismo, proponemos el uso de abrevaderos con suministro de agua potable como medida preventiva para reducir el riesgo de futuros brotes en animales y humanos en estos entornos (Zamir *et al.*, 2022).



Figura 2. Toma de muestras

3.4 Preparación de medios de cultivo

Se empleó Agar Triptona Extracto de Levadura (TEL) como medio general para el cultivo de bacterias mesófilas aerobias, preparado conforme a las instrucciones del fabricante. El medio se disolvió, esterilizó a 121 °C durante 15 minutos y se enfrió a aproximadamente 45 °C antes de ser vertido sobre las placas. Este procedimiento se realizó bajo condiciones asépticas, siguiendo los lineamientos establecidos en la NOM-092-SSA1-1994 para el conteo de bacterias viables en placa.

3.5 Diluciones y siembra

Para cada muestra, se realizaron diluciones decimales seriadas a partir de una solución de agua peptonada estéril (1 mL de muestra en 9 mL de diluyente) hasta 1×10^{-7} . Se sembraron 1 mL de cada dilución en placas Petri estériles, por duplicado. Posteriormente, se vertieron 15 mL del agar TEL fundido, se mezcló cuidadosamente y se dejó solidificar. Las siembras se realizaron bajo una campana de bioseguridad, utilizando micropipetas y tubos Falcon estériles.

3.6 Incubación y conteo de UFC

Las placas se incubaron en posición invertida a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 48 horas. Transcurrido este periodo, se seleccionaron las placas que presentaban entre 25 y 250 colonias para asegurar precisión en el conteo. El número de unidades formadoras de colonias (UFC) por mL se calculó multiplicando el número de colonias por el inverso del factor de dilución correspondiente.

3.7 Análisis estadístico

Los datos obtenidos se ingresaron en una base de datos para su análisis en RStudio (v4.4.1). Se aplicaron estadísticas descriptivas (media, mediana, desviación estándar y varianza) para cada tratamiento. Debido a la naturaleza de los datos, se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para identificar diferencias globales entre tratamientos, y posteriormente se aplicó la prueba de Dunn para comparaciones por pares, con correcciones de p-valor por los métodos de Bonferroni y Benjamini-Hochberg.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respecto a los datos obtenidos del conteo de las cajas petri transformados a UFC (Cuadro 1). El análisis de las UFC mostró diferencias claras en los recuentos microbiológicos según el origen de las muestras analizadas: sustituto de leche en polvo, agua utilizada para el mezclado, tina de mezcla y agua sola. En ambas diluciones estudiadas (1×10^{-5} y 1×10^{-6}), se observaron patrones consistentes que reflejan el impacto de las prácticas de higiene en la contaminación microbiológica.

Cuadro 1. Conteo de UFC en muestra de agua, sustituto de leche y utensilios utilizados en su preparación.

Dilución	UFC_Tina	UFC_S	UFC_H2O	UFC_S+H2O
R^{-5}	15200000	200000	91900000	6400000
R^{-5}	18700000	100000	20000000	10200000
R^{-5}	1100000	500000	4500000	8500000
R^{-5}	1300000	800000	8400000	8400000
R^{-6}	243000000	2000000	19000000	98000000
R^{-6}	1036000000	5000000	16000000	55000000
R^{-6}	14000000	1000000	85000000	41000000
R^{-6}	8000000	3000000	26000000	8000000

*Sustituto (T), sustituto de leche en polvo antes de mezclarse (S), agua potable (H₂O), la mezcla final de sustituto con agua destilada (S+ H₂O).

El tratamiento correspondiente a la tina de mezcla presentó los niveles más altos de UFC, con una media de 68,325,000 en la dilución 1×10^{-5} y 266,000,000 en 1×10^{-6} . Además, se observó una alta variabilidad en estos recuentos, como lo indican las varianzas elevadas ($S^2=116,624,793.7S^2$ y $S^2=513,383,346.0S^2$, respectivamente). Esto sugiere que las condiciones de limpieza y desinfección de la tina son inconsistentes y probablemente insuficientes para garantizar un ambiente libre de contaminación microbiológica. La tina parece actuar como un reservorio de microorganismos, lo que representa un riesgo significativo de contaminación para el sustituto de leche durante su preparación.

En contraste, el sustituto de leche en polvo por sí solo mostró los niveles más bajos de UFC, con medias de 925,000 y 2,225,000 en 1×10^{-5} y 1×10^{-6} , respectivamente. También presentó las varianzas más bajas entre los tratamientos ($S^2=788,986.7S^2$ y $S^2=2,224,672.3S^2$). Esto indica que el producto en polvo se encuentra en buenas condiciones microbiológicas y probablemente se almacenó y manipuló adecuadamente antes de su análisis. Sin embargo, al mezclarse con agua, los niveles de UFC aumentaron considerablemente, como se observó en el tratamiento de agua más sustituto de leche ($S+H_2O$). Este tratamiento tuvo medias intermedias de UFC (38,475,000 y 20,400,000) con una variabilidad más alta que el sustituto por sí solo, lo que sugiere que la calidad microbiológica del agua utilizada contribuye al incremento en la contaminación.

El agua sola (H_2O) mostró niveles moderados de UFC, con medias de 50,100,000 y 17,600,000 en 1×10^{-5} y 1×10^{-6} , respectivamente. Aunque estos valores no son los más altos, tampoco son despreciables, lo que indica que la fuente o el

almacenamiento del agua podrían estar introduciendo microorganismos. Esto es preocupante porque el agua utilizada en la preparación del sustituto debería ser lo más estéril posible para evitar la contaminación cruzada durante el proceso.

En general, los resultados reflejan que, aunque el sustituto de leche en polvo tiene una buena calidad microbiológica inicial, las prácticas de higiene durante su preparación son deficientes. La tina de mezcla se destaca como el punto más crítico de contaminación microbiológica, seguido por el agua utilizada para el mezclado. Estas observaciones sugieren la necesidad urgente de mejorar las prácticas de limpieza y desinfección, particularmente de la tina, así como de garantizar la calidad microbiológica del agua. Además, la variabilidad observada en algunos tratamientos, como la tina, subraya la falta de consistencia en las prácticas actuales. Este análisis resalta la importancia de implementar protocolos estrictos de higiene y control microbiológico en todas las etapas de preparación, ya que las deficiencias en estos aspectos pueden tener un impacto directo en la salud de los becerros alimentados con estas mezclas.

Cuadro 2. Resultados del conteo de UFC en duplicado a partir de diluciones seriadas 1×10^{-5} y 1×10^{-6} . Se presentan los promedios y su desviación estándar de cada placa para las muestras de agua, sustituto de leche, tina y mezcla final.

Dilución	Tratamiento	X	S ²
1×10^{-5}	H ₂ O	50,100,000	44,765,388.4
1×10^{-5}	S	925,000	788,986.7
1×10^{-5}	S+H ₂ O	38,475,000	42,727,459.9
1×10^{-5}	Tina	68,325,000	116,624,793.7
1×10^{-6}	H ₂ O	17,600,000	7,382,863.0
1×10^{-6}	S	2,225,000	2,224,672.3
1×10^{-6}	S+H ₂ O	20,400,000	23,086,504.0
1×10^{-6}	Tina	266,000,000	513,383,346.0

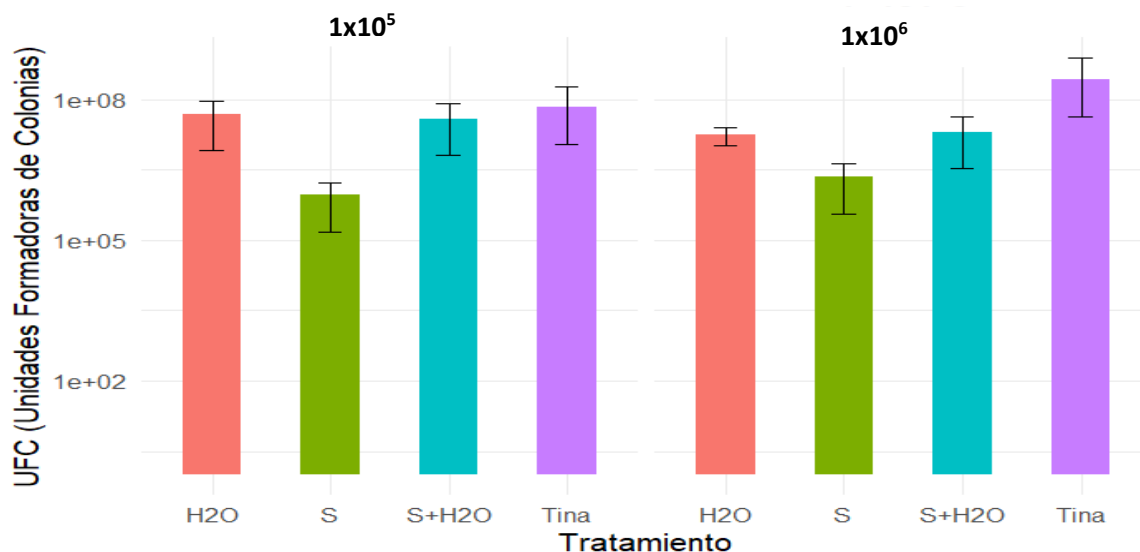


Figura 3. Conteo promedio de unidades formadoras de colonias (UFC/mL) obtenidas para las muestras de agua potable (H₂O), sustituto en polvo (S), tina utilizada para la mezcla (T) y mezcla final del sustituto con agua (S+H₂O). Los valores representan el promedio de

4.3 Test de Kruskal-Wallis y test de Dunn.

En el análisis de la dilución 1×10^{-5} , no se detectaron diferencias significativas globales entre los tratamientos según el test de Kruskal-Wallis ($\chi^2 = 1.9661$, $p = 0.5795$). Las comparaciones por pares mediante el test de Dunn, con ajustes de p-valores por los métodos Bonferroni y Benjamini-Hochberg, tampoco mostraron diferencias estadísticamente significativas (p ajustado > 0.05 en todas las comparaciones). Si bien se observaron diferencias visuales en los promedios de UFC entre tratamientos, estas no fueron concluyentes debido a la alta variabilidad interna. De manera similar, en la dilución 1×10^{-6} , tampoco se encontraron diferencias globales significativas ($\chi^2 = 1.944$, $p = 0.5841$), y las comparaciones específicas confirmaron la ausencia de significancia estadística. Estos resultados reflejan que, bajo las condiciones experimentales evaluadas, la carga bacteriana presente en el agua, los utensilios y la mezcla final del sustituto de leche no mostró una reducción significativa entre los distintos puntos de muestreo. Sin embargo, la tendencia observada —mayor carga en la mezcla final (S+H₂O) y en la tina (T)— sugiere que los utensilios podrían ser un punto crítico de contaminación microbiológica. Diversos estudios han reportado que, durante el primer año de vida, los terneros son particularmente vulnerables a infecciones debido a la inmadurez de su sistema digestivo e inmune, siendo altamente sensibles a factores como la higiene, la dieta, el tipo de sustituto de leche y la calidad del agua utilizada (Amin y Seifert, 2021). En este contexto, investigaciones como la de Uslu *et al.* (2023) han demostrado que productos comerciales de sustituto de leche pueden albergar bacterias patógenas como *E. coli*, *Salmonella* spp. o *Enterococcus* spp. cuando no

se manipulan adecuadamente, lo cual coincide con la preocupación observada en el presente estudio respecto a la contaminación cruzada durante la preparación.

Asimismo, Paschoalini et al. (2023) destacaron la importancia de identificar la resistencia antimicrobiana de aislamientos bacterianos presentes en la leche, particularmente *Enterococcus faecalis* y *E. faecium*, debido a su potencial zoonótico. Aunque en este trabajo no se evaluó resistencia, la presencia de cargas bacterianas elevadas en la mezcla sugiere que una mala higiene en utensilios podría ser un factor de riesgo indirecto para la diseminación de bacterias patógenas o resistentes.

Por otro lado, Coelho et al. (2022) han señalado que la calidad microbiológica del alimento líquido, junto con la composición bacteriana fecal de los terneros, se relaciona estrechamente con la incidencia de diarrea, una de las principales causas de morbilidad en las primeras semanas de vida. Estos hallazgos respaldan la necesidad de fortalecer las prácticas higiénicas durante la preparación del sustituto de leche, incluso si las diferencias estadísticas en un análisis puntual no resultan significativas.

En conjunto, aunque los resultados del presente trabajo no mostraron diferencias estadísticas, los valores y las tendencias observadas refuerzan la importancia de mantener controles rigurosos de limpieza en todos los utensilios utilizados para la alimentación de becerros. El monitoreo microbiológico y la implementación de protocolos estandarizados de higiene pueden ser determinantes para prevenir la transmisión de agentes patógenos y asegurar la salud neonatal en sistemas lecheros.

5. CONCLUSIONES

Con relación a los resultados observados en el presente estudio, aunque no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras analizadas, se observó una tendencia a una mayor concentración de UFC en la mezcla final del sustituto con agua y en la tina de preparación, en comparación con el agua potable y el sustituto en polvo. Estas observaciones sugieren que los utensilios empleados durante el proceso de preparación podrían representar puntos críticos de acumulación microbiana, especialmente si no se lleva a cabo una limpieza adecuada.

Los hallazgos de este estudio refuerzan la necesidad de implementar protocolos estandarizados de higiene en la preparación del sustituto de leche, así como el monitoreo periódico de la calidad microbiológica del agua y los utensilios. Asimismo, se destaca la importancia de fomentar una cultura de prevención en las unidades de producción lechera, mediante la capacitación continua del personal y el establecimiento de buenas prácticas de manejo sanitario, con el fin de reducir riesgos, mejorar el desempeño productivo y promover el bienestar animal. Como perspectiva, sería valioso ampliar este tipo de trabajos incorporando análisis cualitativos mediante identificación molecular o pruebas bioquímicas para detectar microorganismos específicos de interés sanitario, así como evaluar el impacto de intervenciones higiénicas en la reducción de cargas microbianas. Esto puede contribuir no solo a mejorar la sanidad neonatal, sino también a fortalecer la bioseguridad y la sostenibilidad de los sistemas ganaderos.

6. LITERATURA CITADA

- Anani, O. A., Adama, K. K., Ukhurebor, K. E., Habib, A. I., Abanihi, V. K., y Pal, K. 2023. Application of nanofibrous protein for the purification of contaminated water as a next generational sorption technology: a review. *nanotechnology*. 34(23):1361-6528.
- Arnold, A. N., Sawyer, J. E., y Gehring, K. B. 2023. Longitudinal evaluation of salmonella in environmental components and peripheral lymph nodes of fed cattle from weaning to finish in three distinct feeding locations. *Journal of food protection*. 86(4):100062.
- Arsenault, J., Côté, G., Turgeon, P., Tchamdja, E9., Parmley, E. J., Daignault, D., Bélanger, M., Buczinski, S., y Fravalo, P. 2024. Prevalence and antimicrobial resistance of salmonella dublin and thermotolerant campylobacter in liver from veal calves in québec, canada. *Foodborne pathogens and disease*. 21(1):19-26.
- Baltenweck, I., Cherney, D., Duncan, A., Eldermire, E., Lwoga, E. T., Labarta, R., Rao, E. J. O., Staal, S., y Teufel, N. 2020. A scoping review of feed interventions and livelihoods of small-scale livestock keepers. *Nature plants*. 6(10):1242-1249.
- Bonizzi, S., Gislou, G., Brasca, M., Morandi, S., Sandrucci, A., y Zucali, M. 2022. Air Quality, management practices and calf health in italian dairy cattle farms. *Animals*. 2(17):2286.
- Brown, A. J., Scoley, G., O'Connell, N., Robertson, J., Browne, A., y Morrison, S. 2021. Pre-weaned calf rearing on northern irish dairy farms: part 1. a description of calf management and housing design. *Animals*. 11(7):1954.
- Brown, J.A., Scoley, G., O'Connell, N., Gordon, A., Lawther, K., Huws, S., Morrison, S. 2021. Pre-weaned calf rearing on northern irish dairy farms—part 2: the impact of hygiene practice on bacterial levels in dairy calf rearing environments, *Animals*. 13(6):1109.
- Burkhardt, F. K., Hayer, J. J., Heinemann, C., y Steinhoff-Wagner, J. 2024. effect of climatic condition, type of trough and water cleanliness on drinking behavior in dairy cows. *Animals*. 14(2): 257.

- Changwa, R., De Boevre, M., De Saeger, S., & Njobeh, P. B. 2021. Feed-based multi-mycotoxin occurrence in smallholder dairy farming systems of south africa: the case of limpopo and free state. *Toxins*. 13(2):166.
- Coelho, M. G., Virgínio Júnior, G. F., Tomaluski, C. R., de Toledo, A. F., Reis, M. E., Dondé, S. C., Mendes, L. W., Coutinho, L. L., y Bittar, C. M. M. 2022. Comparative study of different liquid diets for dairy calves and the impact on performance and the bacterial community during diarrhea. *Scientific reports*. 12(1):13394.
- Cruvinel, L.B., Ayres, H., Zapa, D.M.B., Nicaretta, J. E., Couto, L.F., Heller, L. M., Bastos, S.T., Cruz, C.B., Soares, V.E., Teixeira, W. F., Oliveira, J.S., Fritzen, J. T., Alfieri, A.A., Freire, R., Lopes, D. 2020. Prevalence and risk factors of diarrhea-causing agents (Coronavirus, Rotavirus, Cryptosporidium spp., Eimeria spp. and helminth nematodes) according to age in Brazilian dairy calves. *Trop Anim Health Prod*. 52: 777-791
- Driessche, V. L., Santschi, D., Paquet, E., Renaud, D., Charbonneau, E., Gauthier, L. M., Chancy, A., Gréfoire, B.N., Buczinski, S. 2023. Hygiene management practices and adenosine triphosphate luminometry of feeding equipment in preweaning calves on dairy farms in Quebec, Canada. *Journal of dairy science*. 106(12):8885-8896.
- Edwards, K. Y., y Renaud, D. L. 2025. A framework for comprehensive dairy calf health investigations. *Animals*. 15(2):181.
- Grice, K. D., Glosson, K. M., y Drackley, J. K. 2020. Effects of feeding frequency and protein source in milk replacer for holstein calves. *Journal of dairy science*. 103(11):10048-10059.
- Hayer, J. J., Heinemann, C., Schulze-Dieckhoff, B. G., y Steinhoff-Wagner, J. 2022. A risk-oriented evaluation of biofilm and other influencing factors on biological quality of drinking water for dairy cows. *Journal of animal science*. 100(5):112.
- Hayer, J., Nysar, D., Heinemann, C., Leubner, C.D., Steinhff-Wagner, J. 2021. Implementation of management recommendations in unweaned dairy calves in western germany and associated challenges. 104(6):7039-7055.

- Heinemann, C., Leubner, C. D., Hayer, J. J., y Steinhoff-Wagner, J. 2021. Hygiene management in newborn individually housed dairy calves focusing on housing and feeding practices. *Journal of animal science*. 99(1):391.
- Heinemann, C., Meyer, I., Bögel, F. T., Schmid, S. M., Hayer, J. J., y Steinhoff-Wagner, J. 2020. Individual training for farmers based on results from protein and ATP rapid tests and microbiological conventional cultural methods improves hygiene in pig fattening pens. *Journal of animal science*. 98(1):1-10.
- Iram, A., Wang, X., y Demirci, A. 2021. Electrolyzed oxidizing water and its applications as sanitation and cleaning agent. *Food Engineering Reviews*. 13:411-427.
- Iritz, A., Espinoza, D., Taye, M. G., Salhab, F., Portnik, Y., Moallem, U., y Ben Meir, Y. A. 2025. Effect of drinking water salinity on lactating cows' water and feed intake, milk yield, and rumen physiology. *Animal*.19(2):101-389.
- Jaroni, D. A., Saha, J., Rumbaugh, K., y Marshall, R. W. 2023. identification of contamination sources and assessment of risk factors associated with the occurrence of escherichia coli o157:h7 on small-scale cow-calf operations in oklahoma and louisiana. *Journal of food protection*.86(11):100-156.
- Jensen, M. B., y Vestergaard, M. 2021. Invited review: Freedom from thirst-do dairy cows and calves have sufficient access to drinking water. *Journal of dairy science*. 104(11):11368-11385.
- Jessop, E., Li, L., Renaud, D. L., Verbrugghe, A., Macnicol, J., Gamsjäger, L., y Gomez, D. E. 2024. Neonatal calf diarrhea and gastrointestinal microbiota: etiologic agents and microbiota manipulation for treatment and prevention of diarrhea. *Veterinary Sciences*.11(3):108.
- Kamal, A., Khalf, A., Ahmed, A. Eljakee, A., Alhotan, A., Al-Badwi, A., Hussein, O., Galik, B., Saleh, A. 2024. Effect of water quality on causes of calf mortality in cattle-farm-associated epidemics. *Animal Breed*. 67:25-35
- Kamal, M. A., Khalf, M. A., Ahmed, Z. A., Eljakee, J. A., Alhotan, R. A., Al-Badwi, M. A., ... y Saleh, A. A. 2024. Effect of water quality on causes of calf mortality in cattle-farm-associated epidemics. *Archives Animal Breeding*. 67(1):25-35.

- Lestari, T. D., Khairullah, A. R., Damayanti, R., Mulyati, S., Rimayanti, R., Hernawati, T., Utama, S., Kusuma Wardhani, B. W., Wibowo, S., Ariani Kurniasih, D. A., Ma'ruf, I. F., Moses, I. B., Lisnanti, E. F., Ahmad, R. Z., Fauziah, I., Amalia, N., Fauzia, K. A., y Jati Kusala, M. K. 2025. Hemorrhagic septicemia: A major threat to livestock health. *Open veterinary journal*.15(2):519-532.
- Llonch, L., Verdú, M., Marti, S., Riera, J., Cucurull, J., y Devant, M. 2024. Chlorine dioxide may be an alternative to acidification and chlorination for drinking water chemical disinfection in dairy beef bulls. *Animal*.18(9):101244.
- Lowe, G. L., Sutherland, M. A., Stewart, M., Waas, J. R., Cox, N. R., y Schütz, K. E. 2022. Effects of provision of drinking water on the behavior and growth rate of group-housed calves with different milk allowances. *Journal of dairy science*. 105(5):4449-4460.
- Mahendran S. A., Relojos D. C., Stand de R. E., Blackie N. 2022. A survey of calf management practices and farmer perceptions of calf housing in UK dairy herds. *Journal of Dairy Science*. 105(1):409-423
- Molina, J. 2022. The effect of electrolyzed water on phytopathogenic fungi that infect *Prunus persica* var. nectarine at post-harvest. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*. 5(3):2561-2573.
- Nfor, G. K., Omatola, C. A., Emurotu, O. M., y Mofolorunsho, K. C. 2025. Detection of diarrhoeagenic *Escherichia coli* in the abattoir wastewater-impacted Iyi-Etu River and other water types at the Amansea livestock market settlement, Anambra State, Nigeria: a matter of public health concern. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*.119(5): 514-523.
- Palczynski, L. J., Bleach, E. C., Brennan, M. L., y Robinson, P. A. 2021. Stakeholder perceptions of disease management for dairy calves: "it's just little things that make such a big difference". *Animals*.11(10):2829.
- Paschoalini, BR, Nuñez, KVM, Maffei, JT, Langoni, H., Guimarães, FF, Gebara, C., Freitas, NE, dos Santos, MV, Fidelis, CE, Kappes, R., Gonçalves, MC y Silva, NCC 2023. La aparición de características de virulencia y resistencia a los antimicrobianos en especies de enterococos aisladas de leche bovina. *Antibióticos*.12 (8):1243.

- Polak-Śliwińska, M., y Paszczyk, B. 2021. Trichothecenes in Food and Feed, Relevance to Human and Animal Health and Methods of Detection: A Systematic Review. *Molecules* (Basel, Switzerland).26(2): 454.
- Ponce-Gordo, F., y García-Rodríguez, J. J. 2021. *Balantiodioides coli*. Research in veterinary science. 135: 424–431.
- Qi, G., Zhang, B., Tian, B., Yang, R., Baker, A., Wu, P., y He, S. 2023. Characterization of Dissolved Organic Matter from Agricultural and Livestock Effluents: Implications for Water Quality Monitoring. *International journal of environmental research and public health*. 20(6): 5121.
- Raisbeck M. F. 2020. Water Quality for Cattle: Metalloid and Metal Contamination of Water. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*. 36(3): 581–620.
- Rebezov, M., Saeed, K., Khaliq, A., Rahman, S. J. U., Sameed, N., Semenova, A., y Lorenzo, J. M. 2022. Application of electrolyzed water in the food industry: a review. *Applied Sciences*. 12(13): 6639.
- Rivas,R.M., Komori, G.H., Beihling,V.V., Marins, T.N., Bernard, J.K., Tao,S. 2020. Effects of milk replacer feeding levels on performance and metabolism of preweaned dairy calves during summer.*Journal of Dairy Science*. 103(1): 313-324.
- Robi, D. T., Mossie, T., y Temteme, S. 2024. A comprehensive review of the common bacterial infections in dairy calves and advanced strategies for health management. *Veterinary Medicine: Research and Reports*. 1-14.
- Sambuceti, N., Frossasco, G., Orías, F., Moretto, M., Giraud, J., y Raviolo, M. 2021. Crianza artificial de terneros. UniRio editora. Universidad Nacional de Río Cuarto. 35-54.
- Santoyo, L. M., Saavedra, T. M., Jácome, T. P. C., Elos, M. M., y Lara, E. M. 2023. Agua electrolizada en el control de la peca bacteriana en el cultivo de jitomate variedad saladette (*Lycopersicon esculentum* Mill.).*JÓVENES EN LA CIENCIA*. 24: 1-5.

- Schütz, K. E., Huddart, F. J., Cox, N. R. 2021. Effects of short-term exposure to drinking water contaminated with manure on water and feed intake, production and lying behaviour in dairy cattle. 238.
- Senevirathne, N. D., Anderson, J. L., Erickson, P. S., y Rovai, M. 2021. Evaluation of the effects of water quality on drinking preferences of heifer calves. JDS communications. 2(6):393–397
- Silva-Antunes, L. C., Ceballos, M. C., Negrão, J. A., y Paranhos da Costa, M. J. 2024. Good Handling Practices Have Positive Impacts on Dairy Calf Welfare. Dairy. 5(2): 295-307.
- Singh A. K., Champak, D., Singh, P. 2023. A review on water intake in dairy cattle: associated factors, management practices, and corresponding effects. Tropical animal health and production. 54(2): 154.
- Singha, S., Koop, G., Rahman, M. M., Ceciliani, F., Howlader, M. M. R., Boqvist, S., Cremonesi, P., Hoque, M. N., Persson, Y., y Lecchi, C. 2024. Foodborne bacteria in milk and milk products along the water buffalo milk chain in Bangladesh. Scientific reports. 14(1): 16708.
- Tadele, F., Demissie, B., Amsalu, A., Demelash, H., Mengist, Z., Ambelu, A., y Yenew, C. 2023. Aflatoxin contamination of animal feeds and its predictors among dairy farms in Northwest Ethiopia: One Health approach implications. Frontiers in veterinary science. 10: 1123573.
- Trajano Gomes da Silva, D., Ebdon, J., Okotto-Okotto, J., Ade, F., Mito, O., Wanza, P., Kwoba, E., Mwangi, T., Yu, W., y Wright, J. A. 2020. A longitudinal study of the association between domestic contact with livestock and contamination of household point-of-use stored drinking water in rural Siaya County (Kenya). International journal of hygiene and environmental health. 230:113602.
- Uslu, A., Atalay, M., Denizli, O., Sakmanoğlu, A. 2023. Análisis microbiológico de sustitutos de leche comerciales para terneros y resistencia a antibióticos en *Enterococcus* spp. aislados. Journal of Advances in VetBio Science and Techniques. 8(3):241-248.

- Van Driessche, L., Santschi, D. E., Paquet, É., Renaud, D., Charbonneau, É., Gauthier, M. L., Chancy, A., Barbeau-Grégoire, N., y Buczinski, S. 2023. Hygiene management practices and adenosine triphosphate luminometry of feeding equipment in preweaning calves on dairy farms in Quebec, Canada. *Journal of dairy science*. 106(12): 8885–8896.
- Welboren, A. C., Hatew, B., Renaud, J. B., Leal, L. N., Martín-Tereso, J., y Steele, M. A. 2021. Intestinal adaptations to energy source of milk replacer in neonatal dairy calves. *Journal of dairy science*. 104(11): 12079–12093.
- Wiesner-Friedman, C., Beattie, R. E., Stewart, J. R., Hristova, K. R., y Serre, M. L. 2022. Characterizing Differences in Sources of and Contributions to Fecal Contamination of Sediment and Surface Water with the Microbial FIT Framework. *Environmental science & technology*. 56(7): 4231–4240.
- Woudstra, S., Lücken, A., Wente, N., Zhang, Y., Leimbach, S., Gussmann, M. K., Kirkeby, C., y Krömker, V. 2023. Reservoirs of *Corynebacterium* spp. in the Environment of Dairy Cows. *Pathogens* (Basel, Switzerland). 12(1):139.
- Xia, W., Fang, X., Gao, Y., Wu, W., Han, Y., Liu, R., Yang, H., Chen, H., y Gao, H. 2023. Advances of stable isotope technology in food safety analysis and nutrient metabolism research. *Food chemistry*. 408:135191.
- Zamir, L., Baum, M., Bardenstein, S., Blum, S. E., Moran-Gilad, J., Perry Markovich, M., King, R., Lapid, R., Hamad, F., Even-Tov, B., y Elnekave, E. 2022. The association between natural drinking water sources and the emergence of zoonotic leptospirosis among grazing beef cattle herds during a human outbreak. *One health* (Amsterdam, Netherlands). 14: 100372.
- Zhang, F., Nan, X., Wang, H., Guo, Y., y Xiong, B. 2020. Research on the Applications of Calcium Propionate in Dairy Cows: A Review. *Animals : an open access journal from MDPI*. 10(8): 1336.
- Zhang, X., Cheng, C., Lv, J., Bai, H., Sun, F., Liu, C., Liu, C., Zhang, Y., y Xin, H. 2023. Effects of waste milk feeding on rumen fermentation and bacterial community of pre-weaned and post-weaned dairy calves. *Frontiers in microbiology*. 13:1063523.