

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



Efecto de la concentración de agua electrolizada en la reducción de bacterias en calostro bovino

Por:

Mario Enrique Hermosillo Arzate

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

Efecto de la concentración de agua electrolizada en la reducción de bacterias en calostro bovino

Por:

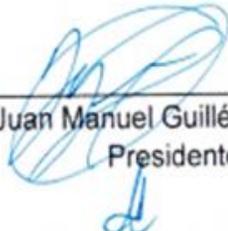
Mario Enrique Hermosillo Arzate

TESIS

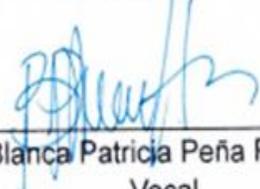
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



Dr. Juan Manuel Guillén Muñoz
Presidente



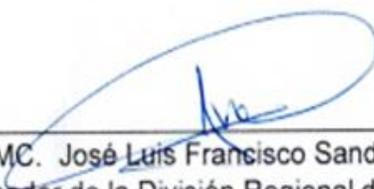
MC. Blanca Patricia Peña Revuelta
Vocal



Dr. Ramiro González Avalos
Vocal



Dra. Reyna Roxana Guillén Enríquez
Vocal Suplente



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



Torreón, Coahuila, México
Junio 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS

Efecto de la concentración de agua electrolizada en la reducción de bacterias en calostro bovino

Por:

Mario Enrique Hermosillo Arzate

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



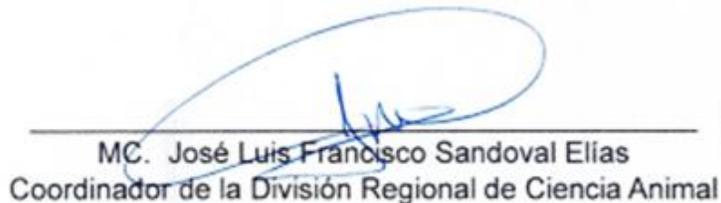
Dr. Ramiro González Avalos
Asesor Principal



MC. Blanca Patricia Peña Revuelta
Coasesor



Dra. Reyna Roxana Guillén Enríquez
Coasesor



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



Torreón, Coahuila, México
Junio 2025

DEDICATORIAS

Esta obra es fruto de mi arduo trabajo y esfuerzo por llegar a ser profesional, se la dedico a las personas que tuvieron un ciclo durante mi trayectoria estudiantil:

A mis papas, por su apoyo, consejos, regaños, comprensión, ayuda y sobre todo su amor, sin duda alguna sin ustedes no podría concluirse esta etapa.

A mi abuelito, porque desde que me dio su bendición al salir, prometí volver y hacerlo sentir orgulloso.

Redactar esta tesis se sintió como escribir la carta de despedida de la que ha sido la mejor etapa de mi vida.

Pusieron su contingente a favor mío.

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Terra Mater, que me abrió las puertas y me acogió en sus brazos, donde se han forjado los conocimientos profesionales a lo largo de cada día.

A mis profesores en especial esos que me hacían no dormir, en ocasiones hasta llorar de la frustración. A los doctores Duarte, Ramón, y Jaime, sus cátedras siempre tendrán un lugar en mi mente como un buen recuerdo.

A mis padres por ser los mejores, por no frenar los sueños que de niño tuve, por ser mi respaldo en cada uno de los pasos que he dado, porque en un acto de amor y sin egoísmo, soltaron mi mano, confiaron en mi, y me dejaron caminar mi propio camino.

A Don Roberto, el mejor abuelo que dios me pudo dar, por ser mi gran ejemplo de sabiduría, por guiarme en el camino, por enseñarme siempre con el ejemplo, y aunque es cierto que un lápiz pesa menos que la pala, cargaba cosas más pesadas en la carrera.

A mis hermanos, primos y sobrinos, por empujarme a cumplir la meta y ser lo más importante de esta vida, por demostrarme el lugar que tiene la familia, y por confiar en mi cuando yo mismo carecía de tal.

A mis amigos foraneos, por estar en esos momentos más difíciles, Diana, Orestes, Les, Chris y demas amigos, por ser mi familia durante mis estudios, por esos abrazos y esas tardes de pláticas sin final, por no competir y solo empujarnos cuando no podíamos dar más.

A Zafiro, Miller y Hally por preferir mil veces dormir en mis pies y mi ventana en aquellas noches de desvelo estudiando, por siempre cuidarme, mis fieles compañeros de vida.

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.

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.

Índice general

DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
Índice general.....	iv
Índice de figuras	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo	2
1.2 Objetivo específicos	2
2. Hipótesis.....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Desarrollo de becerros Holstein.....	3
2.2 Características del Calostro bovino.....	4
2.3 Manejo adecuado del calostro bovino.....	6
2.4 Generalidades de la microbiología del calostro.....	8
2.5 Alternativas a la pasteurización del calostro.....	9
2.6 Características de el agua electrolizada.....	11
3. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1 Ubicación del estudio	13
3.2 Recolección y preparación de muestras.....	14
3.3 Preparación de tratamientos y diluciones	15
3.4 Incubación y recuento de UFC	16
3.5 Análisis estadístico	16
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
5. CONCLUSIONES	20
6. LITERATURA CITADA	21

RESUMEN

El calostro bovino representa una fuente esencial de inmunidad pasiva para las crías recién nacidas, pero puede ser un vehículo de contaminación bacteriana si no se manejan adecuadamente sus condiciones microbiológicas. El presente estudio evaluó el efecto de diferentes concentraciones de agua electrolizada (5%, 10% y 15%) en la reducción de bacterias presentes en calostro bovino, con el objetivo de identificar la concentración más eficaz como alternativa no térmica para su higienización. Se recolectaron muestras de calostro de vacas Holstein y se establecieron tratamientos en función del volumen de agua electrolizada añadida. Se realizaron diluciones seriadas y recuento de unidades formadoras de colonias (UFC/mL), incubando las muestras a 35 ± 2 °C durante 48 horas. Los datos fueron analizados mediante ANOVA y prueba de Tukey. Los resultados mostraron que las concentraciones del 5% y 15% presentaron una mayor eficacia bactericida en comparación con el 10%, evidenciando una reducción significativa en la carga bacteriana. Se concluye que el agua electrolizada representa una alternativa prometedora para la desinfección del calostro sin comprometer sus propiedades biológicas, recomendándose realizar estudios adicionales para optimizar su aplicación en condiciones reales de establo.

Palabras clave: Calostro, Agua Electrolizada, Tratamiento, Bacterias

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del laboratorio de química de la UAAAN-UL	13
Figura 2. Ubicación del establo.	14
Figura 3. Muestras de calostro y elaboración de agua peptonada.....	15
Figura 4. Elaboración de diluciones.	16
Figura 5. Placas después de la incubación.	16
Figura 6. Efecto de la concentración del agua electrolizada en la reducción de ufc en calostro.	19

1. INTRODUCCIÓN

La primera secreción de la glándula mamaria de los mamíferos es llamada "calostro", compuesta principalmente por secreciones lácteas y algunos componentes de la sangre, inmunoglobulinas y proteínas del suero; estas mismas son creadas y acumuladas dentro de la glandula en un lapso de tiempo dentro de la gestación denominado "periodo seco" y a este proceso se le llama calostrogenesis (Polidori *et al.*, 2022). La composición del calostro tiene similitud a la composición de la sangre, pero difiere a la de la leche (Yalçintaş, *et al.*, 2024) en cuanto a concentración de grasa, proteínas, péptidos, nitrógeno no proteico, cenizas, vitaminas, minerales, citocinas, nucleótidos y factores del crecimiento, siendo el calostro el que contiene más cantidad, menos la lactosa, que es mayor en la leche (Arslan *et al.*, 2021 y Dörtbudak *et al.*, 2025).

El agua electrolizada, gracias a su buen desempeño como producto de desinfección y su efectiva actividad bactericida, gracias a que su PH ácido ataca sensitizando la membrana de las células, lo cual permite que entre y ataque en sus proteínas y ácidos nucleicos, ha tomado un papel importante como una nueva alternativa de desinfección (Parra y Guerra, 2016). Tiene una seguridad de forma desinfectante, es ecológico, de bajo costo, no tiene toxicidad, y no tiene residuos nocivos, lo cual lo convierte en superior a comparación de otros métodos de desinfección (Ibanyez *et al.*, 2024).

Es de importancia reconocer que el uso de agua electrolizada en los establos lecheros es un punto importante, que por el momento aún parece poco explorado desde un punto de vista más científico (Vargas *et al.*, 2021).

1.1 Objetivo

Evaluar el efecto de la concentración de agua electrolizada en la carga bacteriana en calostro bovino.

1.2 Objetivo específicos

- Preparar muestras de calostro bovino con diferentes concentraciones de agua electrolizada (5%, 10% y 15%).
- Determinar la carga bacteriana en las muestras tratadas mediante recuento de unidades formadoras de colonias (UFC/mL), conforme a la NOM-092-SSA1-1994.
- Comparar los resultados obtenidos para identificar la concentración más efectiva en la reducción bacteriana.

2. Hipótesis

El agua electrolizada reduce significativamente la carga bacteriana en calostro bovino.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Desarrollo de becerros Holstein

Un establo o unidad de producción lechera tiene como opción a crecimiento del hato los animales que nacen dentro del establecimiento, llamados “animales de recría”, estos pueden ayudar a la mejora genética y en un futuro aumentaran el ingreso económico de los productores (Revuelta *et al.*, 2020).

El correcto desarrollo de las becerras de recría en los establos lecheros se asocia a factores en la etapa de crianza, tales como la cantidad y calidad del calostro administrado, resultando de importancia datos como el tiempo en el que es ofrecido, si la madre es de primer parto, la calidad del periodo seco, la dieta administrada a la madre en este periodo y el peso y la altura de la cría a la hora del nacimiento (Villaseñor *et al.*, 2022).

Almaráz *et al.*, 2020 menciona que los alojamientos individuales generan estrés al no permitir que se imite la conducta normal de la becerro, por lo cual un alojamiento en parejas resulta beneficioso, pues disminuye los indicadores de estrés, tales como las vocalizaciones, además de que disminuye la respuesta productiva y aumenta la expresión del comportamiento normal del animal.

Los principales trastornos que afectan a las becerras lactantes en esta etapa son digestivos y respiratorios, Valdez *et al.*, 2019, detecto que hay una prevalencia del 40.4% y 8.4% respectivamente, generando así pérdidas económicas por costos de tratamientos y mortalidad en las becerras.

El desarrollo de nuevos protocolos de alimentación que tienen como objetivo el beneficio futuro de la producción lechera, dado que estas becerras son el futuro del establo, siendo así preciso que este buen manejo permita reflejar el potencial genético (Avila *et al.*, 2018).

2.2 Características del Calostro bovino

En los animales mamíferos, la leche y el calostro son fluidos del cuerpo de las glándulas mamarias, que al tomarlo produce beneficios para la salud de quien se alimenta de ellos; cuenta como una primera línea de defensa, la cual estimula el desarrollo del sistema inmune, además de un equilibrio de los microorganismos intestinales (Caballero *et al.*, 2023; Leonardi *et al.*, 2025). La primera leche secretada después del parto se le denomina calostro, y está repleta de nutrientes, tanto macronutrientes como micronutrientes, también contiene inmunoglobulinas, entre ellas la IGg, de las más importantes en el calostro, péptidos los cuales tienen una función antimicrobiana y también factores del crecimiento (Playford y Weiser, 2021).

En cuestión de la composición química, tanto el calostro bovino como la leche bovina, son similares, aunque este primero alcanza concentraciones más altas de algunos compuestos nutricionales, entre ellos los bioactivos, en donde se encuentran presentes compuestos nutricionales como las proteínas (en el calostro puede llegar a ser 15% más que en la leche), vitaminas y minerales, aminoácidos, ácidos grasos de cadenas largas y otros ramificados y algunos carbohidratos, entre ellos figuran la lactosa, la cual es más alta en la leche, además tiene aumentos de

glubulina, albumina y caseina (Arauco *et al.*, 2025; Coppa *et al.*, 2025; Yu y Satyaraj., 2025).

Una de las principales diferencias entre el caso del humano, donde las inmunoglobulinas sí atraviesan la barrera placentaria, y las inmunoglobulinas del bovino que no logran atravesar esta barrera (Plyaford y Weiser, 2021). Dentro de la placenta existen unas membranas que tienen cierta permeabilidad limitada; de este modo solo las pueden traspasar gases y pequeñas moléculas, las inmunoglobulinas son de mayor tamaño por lo cual no pueden pasar, lo que causa que los becerros nazcan con un nivel mínimo de anticuerpos (Ahmann *et al.*, 2021). Por lo cual, se entiende que la única fuente de inmunoglobulina para un rumiante recién nacido es el calostro, el cual le va a dar un mecanismo de transferencia de inmunidad de la madre (Altvater *et al.*, 2024).

Algunos aspectos relacionados directamente con la variabilidad de calidad del calostro están delimitados al individuo y al medio ambiente: el número de partos, la temporada, la nutrición en seco y la duración de este, el manejo del calostro, gestaciones no concluidas y en qué estado está la vaca (Puppel *et al.*, 2019). Kaplan *et al.*, en el 2022, especifica que los protocolos de vacunación contra algunos patógenos causantes de enfermedades antes de la calostrogenesis, pueden mejorar la especificidad de las inmunoglobulinas contenidas.

La ingesta de calostro debe ser a la brevedad después del nacimiento, ya que al retrasar el proceso, hay una reducción dentro de la transferencia pasiva de las inmunoglobulinas, y no se complementan las reservas de nutrientes del recién

nacido (Silva *et al.*, 2024), ya que la principal forma de inmunidad dentro del intestino es la humoral relacionada con los microbios presentes en la luz intestinal, dicha función mediada por inmunoglobulinas IGA secretadas en intestino, que en el caso de los lactantes las presentes en el calostro (Riva *et al.*, 2024).

El calostro hace la transición de las condiciones casi siempre estériles en la vida fetal a el desafío biológico y a la ingesta de nutrientes derivada a la leche postnatal (Canbolat *et al.*, 2024). Cuando hay una falla en la transferencia pasiva, causada por un mal manejo del calostro o a un bajo nivel de componentes del mismo (dado que estos están relacionados a la inmunización), se puede relacionar a un incremento en morbilidad, mortalidad y a una baja en el desarrollo de las becerras, las buenas prácticas de manejo con el calostro son importantes para una adecuada producción de leche (Peña *et al.*, 2024 y Modi *et al.*, 2025).

2.3 Manejo adecuado del calostro bovino

Según Bartolome *et al.*, 2011, se debe producir leche de calidad, libre de patógenos, sin residuos químicos o con un mínimo en los gérmenes saprofitos, provenientes de vacas sanas y bien alimentadas. Se ha identificado el hecho de que el manejo que se le da al calostro, llega a repercutir en la morbilidad, mortalidad y la inmunidad que reciben los terneros (Kehoe *et al.*, 2007).

La calidad del calostro que se le ofreció a las becerras el día del nacimiento está ligada directamente a la transferencia pasiva de IgG, las concentraciones séricas de antioxidantes, el desarrollo, y el crecimiento (Yang *et al.*, 2015).

Se encuentra beneficiosa la identificación del calostro, con los datos del día en que fue ordeñado, la información de la vaca y la calidad en cuestión a las inmunoglobulinas estimadas en el calostrometro (Elizondo, 2007).

Los establos que alimentan a sus becerras con el calostro de mejor calidad, deben tener un almacén con reserva, para alimentar aquellas crías nacidas de madres con una calidad baja o escasa en el calostro (Elizondo, 2007). Debido a la carencia de un calostro materno de calidad, se podría optar por la opción de usar un sustituto; además, la continua revisión nos lleva a la precoz identificación y la corrección de los problemas causados por el manejo del calostro (Godden *et al.*, 2019).

Como parte de una buena práctica en el manejo del calostro destinado al consumo de las becerras, en cuanto a mantener la calidad de este, la composición química y su microbiología, como recomendación, el calostro llevará un proceso de higienizado; después de este proceso, inmediatamente deberá ser enfriado después de la recolección a una temperatura de 4 grados centígrados y llevado en condiciones a una temperatura similar no mayor a 8 grados centígrados (Arauco *et al.*, 2025).

Todo aquel calostro que se ha congelado, previo a suministrarse a la becerria, se debería descongelar, bajo un baño María, con agua que oscile entre los 45 y 50 grados centígrados o ya sea en el horno de microondas, cuidando siempre no sobrepase la temperatura deseada, dado que este proceso podría afectar la calidad de las inmunoglobulinas y proteínas, bajando significativamente la calidad (Elizondo, 2007).

Aquellas prácticas higiénicas destinadas al equipo con el cual se alimentan las beceras deben ser las adecuadas, ya que esto reduciría significativamente la contaminación bacteriana del calostro, esto afecto positivamente en la tasa de inmunidad pasiva lograda en establos lecheros, dado que una mejor higiene se asocia con una mayor concentración de inmunoglobulina G sérica en beceras (Barry *et al*, 2019).

2.4 Generalidades de la microbiología del calostro

Los factores inmunológicos de vital importancia contenidos en el calostro, que nos proveen una salud adecuada y un correcto desarrollo en las beceras, se ven desafiados, ya que la contaminación biológica puede afectar estos beneficios (González *et al.*, 2015). McGrath *et al.*, 2016, menciona que la técnica térmica de pasteurización a la misma temperatura y en las mismas combinaciones de tiempo que el proceso en la leche baja significativamente las concentraciones de IGg, además de que aumentan la viscosidad, por esto, una mejor forma de prevenir infecciones en los terneros serían métodos no térmicos.

El principal microbiota es de una naturaleza compleja y se compone por bacterias lácticas, bacterias patógenas, levaduras y mohos, en algunas condiciones especiales pueden crear biopelículas mixtas (Jiménez *et al.*, 2021). Destacan bacterias anaerobias facultativas como el *streptococcus*, *acinetobacter*, *enterobacter* y *corybacterium* (Hang *et al*, 2021). Arsenopoulos, en el 2017, mostró cómo el *Cryptosporidium spp.* Entre los establos es un parásito intestinal común y que este se puede asociar a diarreas y con esto un aspecto en el índice de mortalidad de las beceras.

Rodríguez *et al.* Sugiere que después de un proceso térmico o no térmico, alguna contaminación bacteriana, sucede gracias a una mala manipulación, ya sea, para almacenarlo, o al momento de tener contacto con alguna superficie contaminada, tales como las mamilas implementadas para alimentar a las becerras o las cubetas donde en ocasiones es ofrecida.

2.5 Alternativas a la pasteurización del calostro

La pasteurización es una técnica térmica, la cual, tiene como objetivo garantizar la eliminación de patógenos presentes en calostro además de mantener la inocuidad de este, extiende la vida útil, manejando temperaturas de 63 grados centígrados durante 30 minutos o a 72 grados por 15 segundos (Hernandez, 2015).

González *et al.*, 2015, concluyo en un estudio que siempre y cuando la pasteurización sobre el calostro cumpla con ciertas condiciones, tales como la temperatura (60 grados centígrados a 60 minutos) si reduce la cantidad de microorganismos presentes en este.

Pero respecto a la duda que surge sobre que efecto tiene la pasteurización sobre la concentración de inmunoglobulinas presentes en el calostro, Elizondo *et al.*, 2008, se refirió a que si bien la técnica de pasteurización si es efectiva para eliminar la presencia de bacterias en el calostro, si baja las concentraciones de inmunoglobulinas del calostro, principalmente las inmunoglobulinas tipo G, donde obtuvo un promedio de reducción del 14%, considerando importante el analizar que lo realmente importante es razonar el total de igG funcionales que nos quedaría en el calostro después del proceso.

Salazar *et al.*, 2019 coincidió en que la calidad total del calostro siempre y cuando este tenga una calidad mayor a 100 g/dl antes del proceso, este si disminuye en calidad en un promedio un 4.5%, a lo cual concluyó que, si se realiza la técnica, lo mejor sería diluir el calostro para evitarlo. Cuando el proceso de pasteurización en calostro se lleva a cabo con la misma temperatura que el proceso que en leche, reduce los niveles de IGg además de que aumenta la viscosidad McGrath *et al.*, 2016.

Además de contar con métodos térmicos para la eliminación de microorganismos también existen métodos no-térmicos, estrategias para prevenir y garantizar que la proliferación de estos sea mínima, tales como la refrigeración, el congelamiento y uso de sustancias preservantes (González *et al.*, 2015). Además de estas estrategias también se cuenta con métodos no térmicos, tales como el uso del agua electrolizada, esta como método de inactivación bacteriana resulta interesante, ya que se generan ciertos agentes que inactivan y se producen directamente sobre el agua.

González *et al.*, 2019, adiciono a la leche extractos de plantas medicinales con el objetivo de medir morbilidad y mortalidad de becerras alimentadas con esta leche, concluyendo en que no disminuyan la incidencia de morbilidad, comparando con leche adicionada con extracto de cítricos y de moringa, donde si hubo una menor incidencia con 6.6% y 3.3% respectivamente.

En comparación con la pasteurización, otros de los métodos implementados es el tratamiento con ultrasonido térmico, que tiene ventajas sobre la sostenibilidad y la eficiencia energética, esta técnica no solo mejora la seguridad al bajar los niveles

de carga microbiana causando daños en la estructura celular con una combinación de calor y ultrasonido, también mantiene las propiedades de la leche (Juárez, 2024).

2.6 Características del agua electrolizada

El medio ambiente se ha visto afectado por el uso inadecuado de los desinfectantes químicos, por esto se han tomado consideraciones en el manejo de estos, dando como resultado que en el futuro su uso disminuya, hay un avance en relación a la desinfección de una forma eficaz y no preocupante para el medio ambiente (Bartolome *et al.*, 2011).

El agua electrolizada, propiamente, es un líquido incoloro, sin color, con ligero olor a cloro, que tiene componentes como HClO y ClO, hidroxilos tales HO-2, HO2, O, H2O2 y compuestos oxigenados O2 y O3, tiene como diferencia de otros derivados del NaClO, no causa irritación en mucosas ni en piel, es atóxico y no es corrosivo (Aguayo *et al.*, 2017).

Se ha presentado el uso del agua electrolizada como un proceso de inactivación microbiana no térmica, el cual resulta de importancia, ya que, a comparación de los desinfectantes clorados de toda la vía, la generación de los agentes inactivantes se desarrolla en el agua directamente (De paz *et al.*, 2013). Para su preparación, se necesita una solución saturada de cloruro de sodio más agua purificada, esta última pasa por un proceso de electrolisis, donde se para por algunas membranas que crean y manejan iones, obteniendo así una solución electrolizada (Gutiérrez *et al.*, 2009).

El agua electrolizada es un desinfectante, que tiene como ventajas el uso en el sitio, es muy barato y además no afecta al medio ambiente, por lo cual su producción es

muy segura (Yan *et al*, 2021). Tiene efectos tanto bactericidas, fungicidas y virucidas en los sectores médicos, como en el sector alimentario al ser probada en frutas, algunas verduras, carnes rojas, blancas y utensilios en la agricultura (Rahman *et al.*, 2016).

Al estar compuesto por más de un principio activo, hace presentes diferentes tipos de mecanismos de acción, generando así efectos que se combinan y tienen su acción sobre los microorganismos, resaltando su eficiencia y efectividad (Suarez *et al.*, 2023). En un estudio en 2011, por Bartolomé *et al.*, demostraron que al usar el agua electrolizada como higienizaste en el agua de bebida de las vacas, mejoraban la calidad higiénico-sanitaria de la leche producida.

El mecanismo de acción del agua electrolizada aún no se ha descrito como tal, pero se han planteado varias hipótesis, dentro de las cuales destaca la que menciona la disociación de HOCL (ácido hipocloroso) dentro de la misma célula, la cual cambia el pH del citoplasma elevándolo, cambiando así, el material genético esto gracias a la oxidación en la membrana (Rahman *et al.*, 2016).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del estudio

El estudio se llevó a cabo del 17 al 27 de junio de 2024 en el Laboratorio de Química de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, ubicado en Periférico Raúl López Sánchez, Colonia Valle Verde, Torreón, Coahuila, México. Esta región se encuentra en una zona semiárida del norte del país, a una altitud aproximada de 1,100 metros sobre el nivel del mar, entre las coordenadas 26°33'28" a 28°36'28" de latitud norte y 102°38'20" a 104°20'20" de longitud oeste (INEGI, 2019).

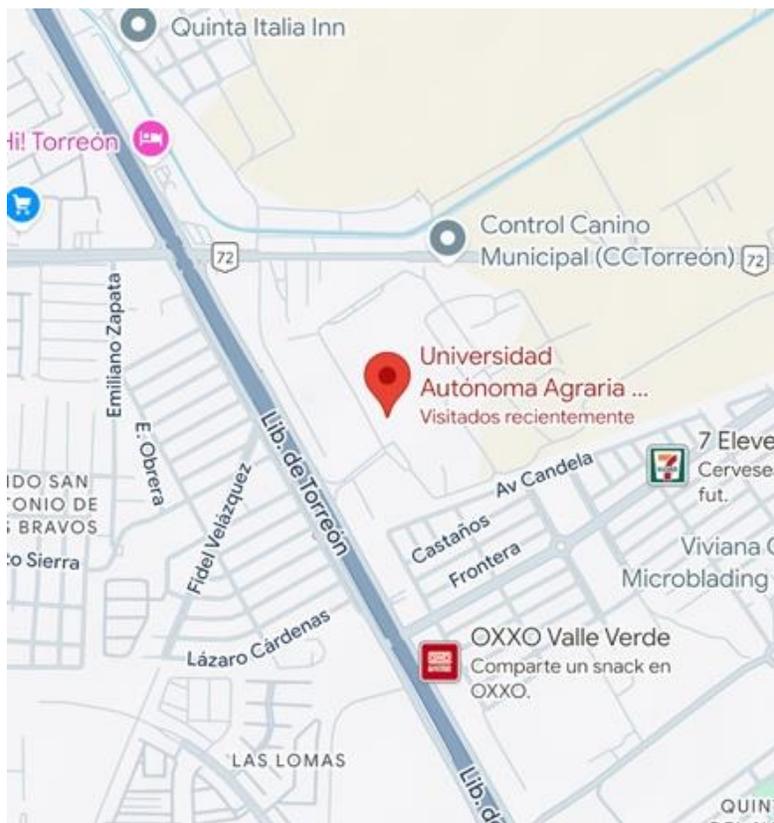


Figura 1. Ubicación del laboratorio de química de la UAAAN-UL

3.2 Recolección y preparación de muestras

Se recolectó calostro bovino fresco de un estable de producción lechera ubicado en Francisco I. Madero, Coahuila, destinado para la alimentación de becerros recién nacidas. Las muestras fueron transportadas y almacenadas bajo refrigeración a 4 °C hasta su procesamiento en laboratorio.

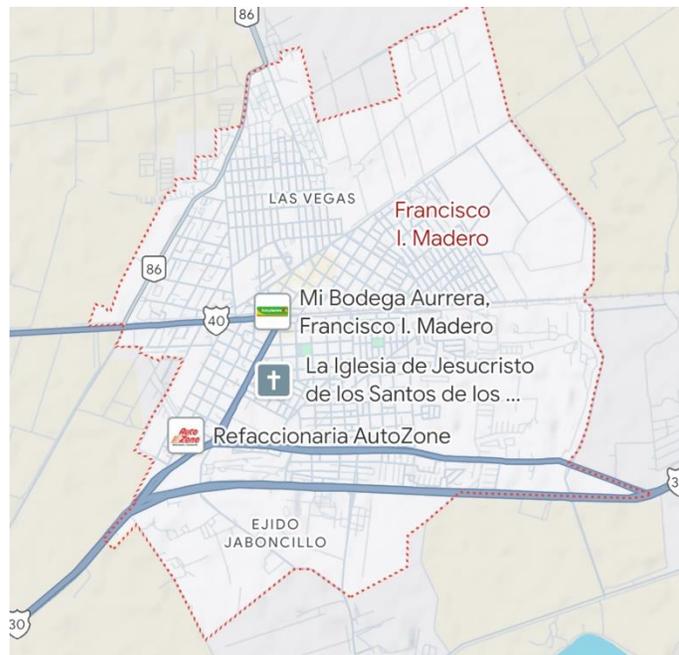


Figura 2. Ubicación del estable.

Para la elaboración de las diluciones, se preparó agua peptonada estéril con una concentración de 1 g de peptona y 8.5 g de cloruro de sodio por litro de agua destilada, siguiendo las recomendaciones de la NOM-092-SSA1-1994. Esta solución fue utilizada como diluyente para la preparación de las series decimales.



Figura 3. Muestras de calostro y elaboración de agua peptonada

3.3 Preparación de tratamientos y diluciones

Se establecieron cuatro tratamientos experimentales, con ocho réplicas por tratamiento (cajas Petri), distribuidos según el volumen de agua electrolizada agregada al calostro. Los tratamientos se definieron de la siguiente forma: T1 (control), 1 mL de calostro puro; T2, 0.95 mL de calostro + 0.05 mL de agua electrolizada; T3, 0.90 mL de calostro + 0.10 mL de agua electrolizada; T4, 0.85 mL de calostro + 0.15 mL de agua electrolizada.

Cada tratamiento fue evaluado en tres tiempos de exposición (0, 30 y 60 minutos), y para cada combinación se prepararon diluciones seriadas al 1×10^{-5} y 1×10^{-6} utilizando agua peptonada. Se sembraron 1 mL de cada dilución en placas Petri estériles por duplicado. Posteriormente, se añadieron 15 mL de agar TEL fundido (a 45°C) y se mezcló cuidadosamente para su solidificación.



Figura 4. Elaboración de diluciones.

3.4 Incubación y recuento de UFC

Las placas se incubaron en posición invertida a 35 ± 2 °C durante 48 horas. Se seleccionaron las placas con conteos entre 25 y 250 colonias para asegurar la precisión del resultado. El número de UFC/mL se calculó multiplicando el número promedio de colonias por el inverso del factor de dilución correspondiente.

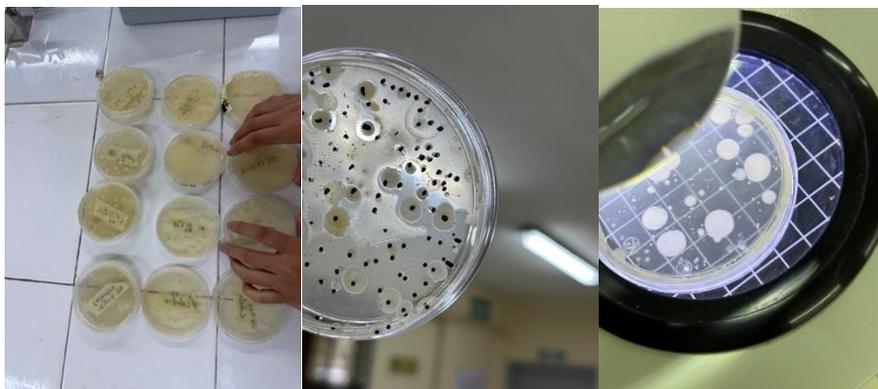


Figura 5. Placas después de la incubación.

3.5 Análisis estadístico

Los datos fueron procesados en RStudio (versión 4.4.1). Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar el efecto de la concentración de agua electrolizada sobre la carga bacteriana. La comparación de medias se llevó a cabo mediante la prueba de Tukey, estableciendo un nivel de significancia de $p < 0.05$.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio, se evaluó el efecto de distintas concentraciones de agua electrolizada (5%, 10% y 15%) sobre la reducción de bacterias presentes en calostro bovino, medida en unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL). Los resultados obtenidos permitieron identificar diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 1), según lo determinado mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Los datos indican que la concentración del 10% presentó la media más alta de UFC/mL (1.92×10^9), lo cual contrasta con las concentraciones del 5% y 15%, que presentaron valores menores (1.57×10^9 y 1.46×10^9 UFC/mL, respectivamente). Esta diferencia estadística sugiere que el tratamiento al 10% fue menos efectivo en la reducción bacteriana en comparación con los otros dos niveles evaluados, tal como se muestra en la Figura 1.

Este resultado podría atribuirse a un fenómeno de estabilidad o interferencia química en la acción del agua electrolizada, donde una concentración intermedia no alcanza ni la fuerza oxidativa del 15%, ni el equilibrio de acción del 5%, lo que limita su eficacia antimicrobiana. En contraste, el tratamiento al 15%, por su mayor contenido de agentes oxidantes activos como HOCl y OCl⁻, habría generado un ambiente más hostil para las bacterias, facilitando una mayor eliminación de microorganismos. De igual forma, la concentración al 5% podría haber logrado una acción suficiente sin generar interferencias por saturación química, presentando una eficiencia comparable a la del 15%.

Cabe destacar que, aunque el tratamiento al 10% fue menos eficaz en la reducción de UFC/mL, sigue representando una alternativa viable, especialmente si se considera su posible menor costo y menor impacto en la composición fisicoquímica del calostro. Sin embargo, los resultados apuntan a que, para lograr una mayor reducción bacteriana, las concentraciones del 5% y 15% son preferibles bajo las condiciones experimentales evaluadas.

Estos hallazgos son consistentes con investigaciones previas que destacan el potencial del agua electrolizada como agente no térmico de desinfección, con capacidad para reducir significativamente la carga bacteriana sin afectar negativamente la calidad nutricional del producto tratado (Bartolomé et al., 2011; Rahman et al., 2016). Asimismo, se alinea con lo reportado por De Paz *et al.* (2013), quienes observaron que la eficacia de la solución depende no solo de su concentración, sino también del tiempo de contacto, temperatura y composición del medio tratado.

Los resultados obtenidos permiten afirmar que el uso de agua electrolizada puede representar una estrategia efectiva y segura para la higienización del calostro en sistemas de producción lechera, mejorando la calidad microbiológica del mismo sin recurrir a métodos térmicos que puedan alterar las inmunoglobulinas y demás componentes bioactivos.

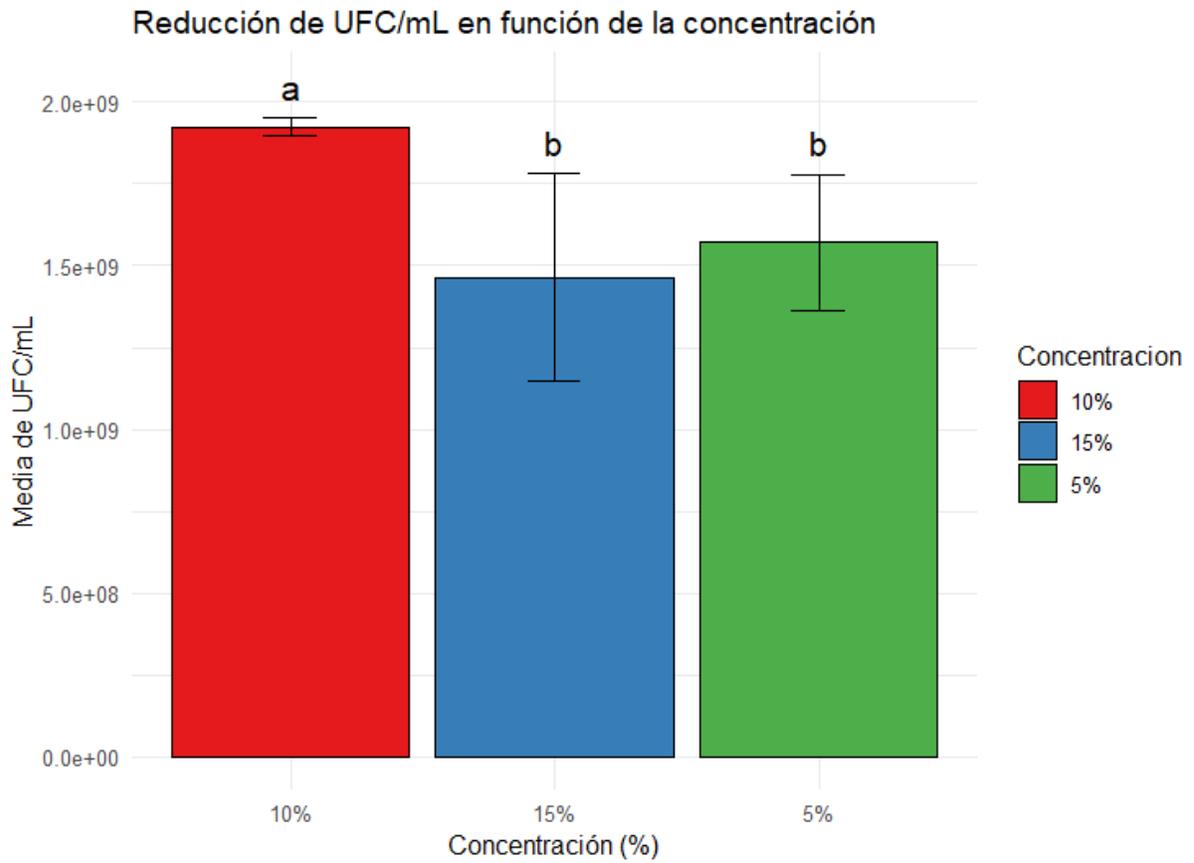


Figura 6. Efecto de la concentración del agua electrolizada en la reducción de UFC en calostro.

5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio permitieron determinar que la concentración de agua electrolizada influye significativamente en la reducción de la carga bacteriana presente en el calostro bovino. Entre las concentraciones evaluadas (5%, 10% y 15%), los tratamientos con 5% y 15% presentaron un mayor efecto bactericida, reflejado en menores valores de unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL), mientras que la concentración del 10% resultó ser la menos eficaz.

Se concluye que el uso de agua electrolizada representa una alternativa viable para la higienización del calostro, con potencial de aplicación práctica en sistemas de producción lechera, al ofrecer una opción no térmica que no compromete la integridad biológica del calostro.

Se recomienda realizar estudios adicionales que consideren otras variables, como el tiempo de exposición, temperatura y evaluación del impacto sobre la calidad inmunológica del calostro, a fin de optimizar su uso en protocolos de manejo sanitario de becerras recién nacidas.

6. LITERATURA CITADA

Aguayo, E., Gómez, P., Artés-Hernández, F., y Artés, F. 2017. Tratamientos químicos desinfectantes de hortalizas de IV gama: ozono, agua electrolizada y ácido peracético. *Agrociencia (Uruguay)*, 21(1):7-14.

Ahmann, J., Steinhoff-Wagner, J., y Büscher, W. 2021. Determining immunoglobulin content of bovine colostrum and factors affecting the outcome: A review. *Animals*, 11(12):3587.

Almaráz-Buendía, I., Peralta-Ortiz, J., Meza-Nieto, M., Torres-Cardona, G., y Alejos-de la Fuente, I. 2020. Contribución al bienestar animal en la crianza de becerras de reemplazo: alojamiento en pareja. *Abanico veterinario*, 10.

Altwater-Hughes, T. E., Hodgins, H. P., Hodgins, D. C., Bauman, C. A., Paibomesai, M. A., y Mallard, B. A. 2024. Investigating the IgM and IgG B cell receptor repertoires and expression of ultralong complementarity determining region 3 in colostrum and blood from holstein-friesian cows at calving. *Animals*, 14(19):2841.

Arsenopoulos, K., Theodoridis, A., y Papadopoulos, E. 2017. Effect of colostrum quantity and quality on neonatal calf diarrhoea due to *Cryptosporidium* spp. infection. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 53:50-55.

Arslan, A., Kaplan, M., Duman, H., Bayraktar, A., Ertürk, M., Henrick, B. M., y Karav, S. 2021. Bovine colostrum and its potential for human health and nutrition. *Frontiers in Nutrition*, 8:651721.

González Avalos, R., González Avalos, J., Peña Revuelta, B. P., Moreno Reséndiz, A., & Reye Carrillo, J. L. 2017. ANALISIS DEL COSTO DE ALIMENTACION Y DESARROLLO DEBECERAS DE REEMPLAZO LACTANTES. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 40():561-569.

Barry, J., Bokkers, E. A., Berry, D. P., de Boer, I. J., McClure, J., y Kennedy, E. 2019. Associations between colostrum management, passive immunity, calf-related hygiene practices, and rates of mortality in preweaning dairy calves. *Journal of dairy science*, 102(11):10266-10276.

Bartolomé, D., Posado, R., Rodríguez, L., Bueno, F., Olmedo, S., García, J. J., y Martín Diana, A. B. 2011. Evaluación de la eficacia del agua electrolizada en el circuito de ordeño de explotaciones de vacuno lechero. In *Congresos y Jornadas. Serie Producción Animal-Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (España)*. 1:13-15.

Bartolomé, D., Posado, R., Rodríguez, L., Bueno, F., Olmedo, S., García, J. J., y Martín-Diana, A. B. 2011. Efecto higienizante del agua electrolizada sobre el agua de bebida y la calidad higiénico sanitaria de la leche. *AIDA, XIV Jornadas sobre Producción Animal Tomo*, 1:16-18.

Caballero-Méndez, L., Franco-Montoya, L. N., Mazo-Cardona, M. M., Echeverry, J. C., Ospina-Londoño, L., Quintero-Cifuentes, V., y Ortiz-Valencia, B. 2023. Capacidad antibacteriana de la leche y el calostro bovino, caprino, bufalino y humano, contra bacterias de importancia clínica. *Revista UDCA Actualidad y Divulgación Científica*, 26(2).

Canbolat, A. A., Lombardo, M., Mondragon, A. d. C., López, J. M. M., Bechelany, M., y Karav, S. 2024. Bovine colostrum in pediatric nutrition and health. *Nutrients*, 16(24):4305.

Coppa, F., Giuffrida, G., Iannello, G., Pennisi, S., Ferruggia, G., y Brundo, M. V. 2025. Bioactive factors isolated and purified from bovine colostrum can restore extracellular matrix under degradation by metalloproteinases. *Applied Biosciences*, 4(2):21.

Arauco, F., Guzmán, L., Pantoja, R., Mayorga, N., Unchupaico, I. y Huamán, A. 2025. Evaluación de la calidad fisicoquímica, microbiana e higiénica de la leche de vaca producida por rebaños en los Andes peruanos. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*. Vol. 41(1):127-139

de Paz, M. T., Bodas, R., Bartolomé, D., Posado, R., García, J. J., y Olmedo, S. 2013. Agua electrolizada como higienizante en producción animal: efectos en sanidad y productividad. *Archivos de Zootecnia*, 62:13-23.

Dörtbudak, M. B., Demircioğlu, M., Demircioğlu, İ., Nicotra, M., y Di Cerbo, A. 2025. Pathological investigation of the effect of bovine colostrum against 5-fu-induced liver, kidney, and heart toxicity in rats. *Life*, 15(4):564.

Elizondo-Salazar, J. A., 2007. Alimentación y manejo del calostro en el ganado de leche. *Agronomía Mesoamericana*, 18(2):271-281.

Elizondo-Salazar, J. A., Jayarao, B. M., y Heinrichs, A. J. 2008. Pasteurización de calostro: efecto sobre la carga bacteriana y la concentración de inmunoglobulinas G. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*, 9(9):1-9.

Godden, S. M., Lombard, J. E., y Woolums, A. R. 2019. Colostrum management for dairy calves. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 35(3):535-556.

Elizondo-Salazar, J. A., Jayarao, B. M., & Heinrichs, A. J. (2008). Pasteurización de calostro: efecto sobre la carga bacteriana y la concentración de inmunoglobulinas G.. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, IX(9), 1-9.

González-Avalos, R., Peña-Revuelta, B. P., y González-Avalos, J. 2019. Morbilidad y mortalidad en becerras Holstein alimentadas con leche entera adicionada con extracto de plantas medicinales. *Ciencia e Innovación*, 2(1):261-272.

Gutiérrez, C. C., Olvera, D. P. R., y Zavala, M. E. M. 2009. Efecto de una solución electrolizada de superoxidación con pH neutro sobre la infección del virus de influenza A en células MDCK. *Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias*, 22(4).

Hang, B. P. T., Wredle, E., y Dicksved, J. 2021. Analysis of the developing gut microbiota in young dairy calves—impact of colostrum microbiota and gut disturbances. *Tropical Animal Health and Production*, 53:1-8.

Hernández Sánchez, H. 2015. Aplicación de tecnologías no térmicas en el procesamiento de leche y derivados. *OmniaScience Monographs*. 3():73-89.

Ibáñez-Payá, P., Blasco, A., Ros-Lis, J. V., Fouz, B., y Amaro, C. 2024. Electrolyzed water treatment for the control of the zoonotic pathogen *Vibrio vulnificus* in aquaculture: a one health perspective. *Microorganisms*, 12(10):1992.

Jiménez-Pichardo, R., Hernández-Martínez, I., Regalado-González, C., Santos-Cruz, J., Meas-Vong, Y., Wacher-Rodarte, M. D. C., ... y García-Almendárez, B. E. 2021. Innovative control of biofilms on stainless steel surfaces using electrolyzed water in the dairy industry. *Foods*, 10(1):103.

Kaplan, M., Arslan, A., Duman, H., Karyelioğlu, M., Baydemir, B., Günar, B. B., ... y Karav, S. 2022. Production of bovine colostrum for human consumption to improve health. *Frontiers in Pharmacology*, 12:796824.

Kehoe, S. I., Jayarao, B. M., y Heinrichs, A. J. 2007. A survey of bovine colostrum composition and colostrum management practices on Pennsylvania dairy farms. *Journal of dairy science*, 90(9):4108-4116.

McGrath, B. A., Fox, P. F., McSweeney, P. L., y Kelly, A. L. 2016. Composition and properties of bovine colostrum: a review. *Dairy Science y Technology*, 96:133-158.

Modi, Z., Dubey, K., y Salunke, P. 2025. Characterization of fatty acids and nutritional health indicators of ghee(butteroil) manufactured from bovine colostrum and Sweet cream. *Dairy*, 6(1):2.

Parra, G. P., y Guerra, B. E. 2016. Uso del agua electrolizada ácida para desinfección de ambientes en frigoríficos avícolas. *Agronomía Colombiana*, 34(1Supl), S1033-S1035.

Playford, R. J., y Weiser, M. J. 2021. Bovine colostrum: Its constituents and uses. *Nutrients*, 13(1):265.

Polidori, P., Rapaccetti, R., Klimanova, Y., Zhang, J. J., Santini, G., y Vincenzetti, S. 2022. Nutritional parameters in colostrum of different mammalian species. *Beverages*, 8(3):54.

Puppel, K., Gołębiewski, M., Grodkowski, G., Slósarz, J., Kunowska-Slósarz, M., Solarczyk, P., y Przysucha, T. 2019. Composition and factors affecting quality of bovine colostrum: A review. *Animals*, 9(12):1070.

Rahman, S. M. E., Khan, I., y Oh, D. H. 2016. Electrolyzed water as a novel sanitizer in the food industry: current trends and future perspectives. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(3):471-490.

Revuelta, B. P. P., Avalos, R. G., Valdéz, J. L. R., Avalos, J. G., y Ortiz, E. J. M. 2020. Costos de alimentación en Becerras holstein suplementadas con *Bacillus subtilis* PB6 en leche entera. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 46:486-497.

Revuelta, B. P., Cisneros, R. Á., Avalos, J. G., Rangel, P. P., Muñoz, J. M. G., y Ávalos, R. G. 2024. Efecto estacional de la calidad del calostro y el peso de la cría en la transferencia de inmunidad pasiva en becerros bovinos. *Abanico veterinario*, 15(1):4.

Riva, F., Draghi, S., Inglesi, A., Filipe, J., Cremonesi, P., Lavazza, A., ... y Curone, G. 2024. Bovine colostrum supplementation in rabbit diet modulates gene expression of cytokines, gut-vascular barrier, and red-ox-related molecules in the gut wall. *Animals*, 14(5):800.

Salazar Salazar, M. H., Rodríguez Hernández, K., Ochoa Martínez, E., Núñez Hernández, G. 2019. La pasteurización del calostro no es suficiente para mantener la salud de becerras. *ciencia e innovación*, 2(2):119-132.

Silva, F. G., Silva, S. R., Pereira, A. M., Cerqueira, J. L., y Conceição, C. 2024. A comprehensive review of bovine colostrum components and selected aspects regarding their impact on neonatal calf physiology. *Animals*, 14(7):1130.

Suárez-Zúñiga, O., Contreras-Morales, G. E., Melo-Sabogal, D. V., y Hernández-Pimentel, V. M. 2023. Tendencias recientes en aplicaciones de agua electrolizada: áreas de estudio y perspectivas. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 26.

Vargas-Bello-Pérez, E., Cruz-Morales, S., Dhakal, R., y Hansen, H. H. 2021. Long-term effects of electrochemically activated drinking water on milk yield, milk composition and somatic cell counts in dairy cows: a field study. *Journal of Applied Animal Research*, 49(1):304-308.

Villaseñor González, F., Estrada Cortés, E., Montes Ocegüera, L. D. R., Vera Ávila, H. R., Montiel Olguín, L. J., Jiménez Severiano, H., y Espinosa Martínez, M. A. 2022. Factores asociados a indicadores de crianza de reemplazos bovinos durante el periodo de lactancia en unidades lecheras de pequeña escala. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 13(1):64-81.

Valdez, J. R., Gonzalez-Avalos, R., Avila-Cisneros, R., Peña-Revuelta, B., y Reyes-Romero, A. 2019. Impacto económico de la mortalidad y morbilidad por enfermedades en becerras lecheras. *Abanico veterinario*, 9.

Yalçıntaş, Y. M., Duman, H., López, J. M. M., Portocarrero, A. C. M., Lombardo, M., Khallouki, F., ... y Karav, S. 2024. Revealing the potency of growth factors in bovine colostrum. *Nutrients*, 16(14):2359.

Yan, P., Daliri, E. B. M., y Oh, D. H. 2021. New clinical applications of electrolyzed water: a review. *Microorganisms*, 9(1):136.

Yang, M., Zou, Y., Wu, Z. H., Li, S. L., y Cao, Z. J. 2015. Colostrum quality affects immune system establishment and intestinal development of neonatal calves. *Journal of dairy science*, 98(10):7153-7163.

Yu, P., y Satyaraj, E. 2025. Effect of bovine colostrum on canine immune health. *Animals*, 15(2):185.