

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS



Evaluación del desarrollo de becerras lecheras lactantes suplementadas con agua
electrolizada

Por:

Carlos Omar González Cárdenas

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México

Junio 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS

Evaluación del desarrollo de becerras lecheras lactantes suplementadas con agua
electrolizada

Por:

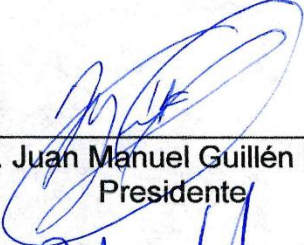
Carlos Omar González Cárdenas

TESIS


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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA


Aprobada por:



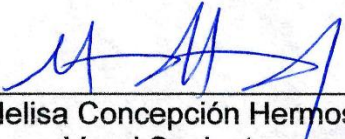
Dr. Juan Manuel Guillén Muñoz
Presidente




Dr. Ramiro González Avalos
Vocal



MC. Blanca Patricia Peña Revuelta
Vocal



M. IQB. Melisa Concepción Hermosillo Alba
Vocal Suplente



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



Torreón, Coahuila, México
Junio 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS

Evaluación del desarrollo de becerras lecheras lactantes suplementadas con agua
electrolizada

Por:

Carlos Omar González Cárdenas

TESIS

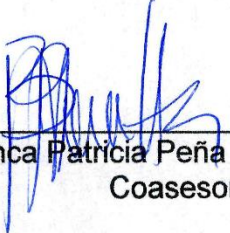
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



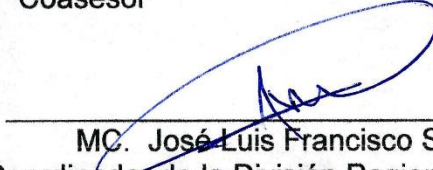
Dr. Ramiro González Avalos
Asesor Principal



MC. Blanca Patricia Peña Revuelta
Coasesor



M. IQB. Melisa Concepción Hermosillo Alba
Coasesor



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

Torreón, Coahuila, México

Junio 2024



DEDICATORIAS

A Dios, por darme la fuerza necesaria, la sabiduría y perseverancia para la realización de todas y cada una de mis metas y propósitos en la vida.

A mi madre, Mayra Selene Cárdenas Casales, que con su ejemplo de perseverancia en la vida me ha formado con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual ha sido una guía en mi camino para avanzar en los momentos más difíciles. Gracias por cada una de tus palabras de aliento y creer firmemente en mí.

A mi padre, Luis Carlos Gonzalez Mata, por sus consejos y palabras de ánimo en la vida, para seguir esforzándome en aprender.

A mis abuelas, Delia Mata Flores y Margarita Casales Esparza, que fueron las personas que después de mis padres, confiaron y creyeron en mi con fe y firmemente. Con su amor y sabiduría me enseñaron muchas cosas vitales para mi recorrido en la vida y me encaminaron de la misma manera por el buen sendero.

A mis abuelos, Guadalupe Gonzalez Orozco y Ramon Gil Cárdenas Esparza, mis fuentes de inspiración y sabiduría para afrontar los retos de la vida, aunque físicamente ya no están a mi lado, su espíritu y su amor continúan guiándome en cada paso que decido dar. En su honor hasta el cielo.

A mi novia, Estefanía Mendoza Maldonado, que, con su amor y cariño, ha estado conmigo en los momentos buenos y malos, por convertirse en una parte importante de mi vida, dándome ánimos para hacer lo que me apasiona y confiar en mi para cumplir mis sueños y metas.

AGRADECIMIENTOS

A la MC Blanca Patricia Peña Revuelta, piedra angular durante toda mi formación académica y personal, cuya disposición hace posible este trabajo.

Al Dr. Ramiro Gonzalez Avalos, el mejor asesor y maestro que la universidad me otorgo fuente de inspiración para seguir mejorando siempre.

A la Universiada Autónoma Agraria Antonio Narro, por haberme dejado ingresar a tan noble institución que me a permitido aprender tanto. Alma Terra Mater.

A toda mi familia por su apoyo en mi estancia fuera de casa muchas gracias.

A mis amigas Belén Guadalupe Rivera Mirafuentes y Brenda Nayeli Moreno López, que durante la universidad fueron grandes compañeras de aula y de risas, siempre apoyándonos para dar lo mejor.

RESUMEN

Las causas de la mortalidad de las becerras antes del destete generalmente se clasifican según de los signos clínicos fácilmente identificables, como problemas digestivos o enfermedad respiratoria. El objetivo del presente estudio fue evaluar el desarrollo en becerras para reemplazo de la raza Holstein lactantes suplementadas con agua electrolizada. Se establecieron dos tratamientos: T1= grupo testigo, T2= grupo suplementado con 5mL de agua electrolizada (Supra®) por litro de leche respectivamente; en ambos tratamientos fue suministrado hasta los 60 días de vida de las crías. En los dos tratamientos la primera toma calostro se realizó durante las iniciales dos horas de vida, la segunda de cuatro a siete horas posteriores a la primera. Cada tratamiento constó de 20 repeticiones considerando cada becerro como una unidad experimental. Se observó una ganancia de peso de 0.796 g para el grupo suplementado y 0.756 g para el testigo respectivamente, en relación con la ganancia de altura se obtuvo 19 cm para el grupo tratado y 18.1 cm para el grupo testigo. La adición de agua electrolizada en becerras lecheras lactantes acrecienta su desarrollo.

Palabras clave: Alimento iniciador, Desarrollo, Peso, Reemplazo

Índice general

DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iii
Índice general	iv
Índice de cuadros	v
Índice de Figuras	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo	2
1.2. Hipótesis	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Importancia de crianza reemplazos	3
2.2. Diarrea y neumonía en becerras lecheras	4
2.3. Sistemas de alimentación en neonatos	5
2.4. Ganancia peso y altura de las crías	6
2.5. Usos del agua electrolizada	7
2.6. Transferencia de inmunidad en becerros	10
3. MATERIALES Y MÉTODOS	12
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
5. CONCLUSIONES	18
6. LITERATURA CITADA	19

Índice de cuadros

Cuadro 1.	Ingredientes del concentrado iniciador utilizado en la alimentación de las becerras.	13
Cuadro 2.	Desarrollo (altura) de becerras lecheras Holstein suplementadas con agua electrolizada (Supra®).	14
Cuadro 3.	Consumo promedio de alimento iniciador (g) de becerras lecheras Holstein suplementadas con agua electrolizada.	15
Cuadro 4.	Consumo promedio de alimento iniciador (g) de becerras lecheras Holstein suplementadas con agua electrolizada.	16

Índice de Figuras

Figura 1.	Los pliegues musculares del retículo-rumen que conforman el surco esofágico y dirigen la leche al abomaso.	6
-----------	--	---

1. INTRODUCCIÓN

Un factor crucial que influye en la economía de los productores lecheros y a la capacidad de producción a largo de la vida de una vaquilla lechera es la prontitud con la que crece desde su nacimiento hasta el momento de su primer parto. La alimentación y la prontitud de crecimiento se ven reflejados de manera directa sobre la edad en que la vaquilla tiene su primer parto y en la producción diaria del ganado (Heinrichs, 1993). así como el precio de una vaquilla de reemplazo, esto tiene un elevado porcentaje para retener becerras saludables con el objetivo de ser criadas como futuros reemplazos de los establos (Mohd *et al.*, 2015).

Las afecciones de salud representan la principal causa de mortandad en becerras. No obstante, las cifras de mortalidad pueden fluctuar según factores como la edad, el estado de transferencia de inmunidad pasiva, el tipo de explotación, las condiciones de alojamiento, la temporada del año, la gestión administrativa, así como la ubicación geográfica y el manejo del hato, se destacan a los problemas respiratorios y la diarrea como las causas más frecuentes de pérdidas de reemplazos entre los productores (McGuirk, 2008). La dieta y el manejo adecuados de las becerras es un factor importante que considerar para la crianza de animales para reemplazo con una buena salud, así como productivos para integrarse en el hato lechero (Jones y Heinrichs, 2022).

En Japón e Italia el agua electrolizada ya se usa, es útil para la desinfección de instalaciones de cremerías donde hacen productos como yogur y quesos y que generan residuos en recipientes que son limpiados con ácidos (CIDETEQ, 2018).

La recopilación rutinaria de mediciones como la estatura y peso de las becerras es primordial para identificar posibles problemas en el programa desarrollo de estos animales. Estos registros son útiles para atender las necesidades nutricionales, esto para evaluar las becerras de reemplazo, así como para la evaluación general previo al destete (Enevoldsen y Kristensen, 1997; Hoffman, 2007).

1.1. Objetivo

Basándonos en lo mencionado previamente, el propósito de este estudio consistió en evaluar el impacto del agua electrolizada como un factor que estimula el desarrollo en becerras lecheras de reemplazo de la raza Holstein durante el proceso de destete.

1.2. Hipótesis

La utilización de agua electrolizada promueve el crecimiento de las becerras lecheras de reemplazo de la raza Holstein antes del destete.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia de crianza reemplazos

El propósito de los sistemas que involucran vacas y becerras es con el fin de obtener crías saludables y productivas, ya sea para su venta o en la gran mayoría de los casos mantenerlas como reemplazos. Durante la fase de crianza previa al destete, se busca producir animales que alcancen el peso, la edad y la composición corporal como lo es el contenido muscular y graso adecuados antes del destete además se ha reportado que el peso y la altura al destete de las novillas de reemplazo esta inversivamente relacionado con la edad de la pubertad; esto nos dice que las novillas mejor desarrolladas suelen alcanzar una pubertad más temprana antes que una con un bajo desarrollo (Cappelozza, 2013).

Un factor crucial que influye en la economía de los productores lecheros y a la capacidad de producción a largo de la vida de una vaquilla lechera es la prontitud con la que crece desde su nacimiento hasta el momento de su primer parto. La alimentación y la prontitud de crecimiento se ven reflejados de manera directa sobre la edad en que la vaquilla tiene su primer parto y en la producción diaria del ganado (Heinrichs, 1993). así como el precio de una vaquilla de reemplazo, esto tiene un elevado porcentaje para retener becerras saludables con el objetivo de ser criadas como futuros reemplazos de los establos (Mohd *et al.*, 2015).

La mortalidad de los animales conlleva pérdidas económicas para la industria láctea mundial debido a varios factores. Estos incluyen en el progreso genético, la disminución de reemplazos disponibles para el sacrificio de las vacas en producción y un mayor costo de reemplazo. En los estados unidos se estima que el daño

económico anual debido a los mortinatos y pérdida de los reemplazos alcanza un promedio de 125 millones de dólares (Meyer *et al.*, 2001; Raboisson *et al.*, 2013).

Uno de los indicadores más importantes del estado sanitario de un establo es la frecuencia de muerte, especialmente de los becerros durante los primeros 6 meses de vida. La mortalidad de los animales se define como el número de becerros muertos divididos por el número de individuos en riesgo o población (Ortiz-Pelaez *et al.*, 2008).

La incertidumbre en la disponibilidad de animales de reemplazo surge debido a la alta mortalidad y dificultades en el crecimiento, principalmente altura y la reproducción durante el periodo de crianza y desarrollo. Se ha reportado que el riesgo de mortalidad de los becerros después del nacimiento varía entre el 1 y el 8% (Mohd-Nor *et al.*, 2014).

2.2. Diarrea y neumonía en becerras lecheras

Las afecciones de salud representan la principal causa de mortandad en becerras. No obstante, las cifras de mortalidad pueden fluctuar según factores como la edad, el estado de transferencia de inmunidad pasiva, el tipo de explotación, las condiciones de alojamiento, la temporada del año, la gestión administrativa, así como la ubicación geográfica y el manejo del hato, se destacan a los problemas respiratorios y la diarrea como las causas más frecuentes de pérdidas de reemplazos entre los productores (McGuirk, 2008). La dieta y el manejo adecuados de las becerras es un factor importante que considerar para la crianza de animales para reemplazo con una buena salud, así como productivos para integrarse en el hato lechero (Jones y Heinrichs, 2022).

La diarrea en los animales puede llegar a ser provocada por factores tales como infecciosos y no infecciosos. En el desarrollo de esta enfermedad pueden llegar a intervenir distintos patógenos entéricos, como virus, bacterias y protozoos. A menudo se observa coinfección en terneros con diarrea, aunque en algunos casos un solo patógeno primario puede ser la causa. La prevalencia de cada patógeno y la incidencia de enfermedades pueden variar según la ubicación geográfica de los establos, los protocolos de manejo y el tamaño del hato (Cho y Yoon, 2014).

2.3. Sistemas de alimentación en neonatos

La alimentación líquida de un neonatos es fundamental para su nutrición hasta que comienza a consumir suficiente alimento seco. Este cambio en la dieta contribuye al desarrollo de su rumen y permite que el animal sea destetado de la alimentación líquida (Kertz *et al.*, 2017).

Durante las dos semanas de vida, los becerros obtienen la mayor parte de su nutrición de la leche. Las crías pueden ser alimentados con diferentes tipos de leche, como leche entera, leche de desecho, sustituto de leche, calostro fermentado o fresco. La elección del tipo de leche dependerá del precio, la disponibilidad y la conveniencia. En la gran mayoría de los establos los becerros se alimentan 2 veces al día con un biberón o un bote. Cuando se alimenta al recién nacido con biberón o cubeta el surco esofágico se cierra y la leche pasa por alto el rumen (Figura 1) desviándose desde esófago hasta el abomaso. Este surco se cierra en respuesta a la estimulación nerviosa y está activo hasta aproximadamente a las 12 semanas de vida (Amaral-Philips *et al.*, 2006).

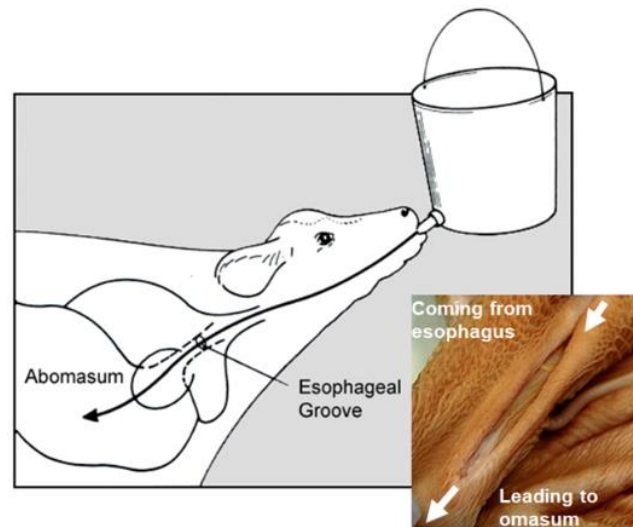


Figura 1. Los pliegues musculares del retículo-rumen que conforman el surco esofágico y dirigen la leche al abomaso (tomado de Jones y Heinrichs, 2022).

2.4. Ganancia peso y altura de las crías

La recopilación rutinaria de mediciones de estatura y peso de las becerras es fundamental para identificar posibles problemas en el programa de estos animales. Estos registros son útiles para atender las necesidades nutricionales, esto para evaluar las becerras de reemplazo, así como para la evaluación general previo al destete (Enevoldsen y Kristensen, 1997; Hoffman, 2007).

El manejo de las becerras durante los primeros años de vida es un factor fundamental que permite a estas alcanzar objetivos de rendimiento durante su etapa productiva (Heinrichs *et al.*, 2005). Las enfermedades de las becerras llegan a tener un gran impacto en la viabilidad económica de las operaciones de los establos lecheros, debido a los costos de las pérdidas y el tratamiento de los animales, así como los efectos a largo plazo sobre el rendimiento del hato (Donovan *et al.*, 1998).

Las enfermedades predominantes que causan mortalidad y morbilidad en las becerras previo al destete son enteritis en el primer mes y la neumonía después del primer mes de vida (McGuirk, 2008).

El indicador de gran importancia para reducir costos de reposición es la edad al primer parto de las vaquillas que ronda entre los 22 a 24 meses de edad (Boulton et al., 2017), este indica el rendimiento reproductivo óptimo de las vaquillas de remplazo y es esencial para mantener la viabilidad económica de los establos lecheros (Abuelo et al., 2021).

Los gastos relacionados con la crianza y desarrollo de los reemplazos pueden variar de manera significativamente en cada explotación debido a las diferencias en los recursos disponibles y los objetivos establecidos. No obstante, es probable que la gran mayoría de productores carezcan de esta información y críen a cualquier becerro que nace en el establo, inclusive si no si no planean aumentar el número de animales en producción. Esto repercute de manera directa en los gastos operativos, ya que la inversión en reemplazos es considerable y no es rentable hasta después de una o dos lactancias. Por lo anterior es crucial que en los establos solo críen becerras sanas y con los parámetros de peso y altura establecidos por la raza, para que estos reemplacen a los animales que se descarten en producción (Elizondo y Solis, 2018).

2.5. Usos del agua electrolizada

El agua electrolizada inicialmente se desarrolló en Rusia, para ser utilizada para la desinfección del agua en instituciones médicas de aquel país (Hricova et al., 2008). Hoy en día es reconocido en varias partes del mundo principalmente en lugares

desarrollados como una de las formas más seguras y avanzadas para desinfectar. Al momento de que el agua de la llave pasa por electrodiálisis, esta agua se electroliza. Para 1931, Japón revolucionó con el primer generador de esta sustancia en el planeta esto con el fin de modificar el pH del agua y con esto se empezó a realizar investigaciones de los efectos del agua electrolizada en animales y plantas. Después de más de dos décadas de estudios sobre las propiedades de este líquido en el desarrollo de animales y plantas, se llegó a la conclusión que motiva el crecimiento y desarrollo de animales y plantas y que además tiene un efecto preventivo y curativo de ciertas enfermedades (Chen y Wang., 2022).

El agua electrolizada se produce mediante la electrolisis del agua, que contiene cloruro de sodio o también cloruro de potasio, en una cámara de electrolisis donde un diafragma permeable a los iones separa el ánodo y el cátodo. En el ánodo se obtiene agua electrolizada ácida con un bajo pH, alto potencial de oxidación-reducción y altas concentraciones de oxígeno disuelto y cloro libre disponible. Por otro lado, en el cátodo se obtiene el agua electrolizada alcalina con un nivel de pH elevado, así como una alta concentración de hidrógeno disuelto y un bajo potencial de oxidación-reducción. Se sabe que esta solución especialmente la que es ácida muestra una gran actividad antimicrobiana contra un amplio espectro de bacterias y es por esto por lo que se ha utilizado ampliamente en la agricultura e industria alimentaria (Huang *et al.*, 2008; Thorn *et al.*, 2012).

El agua electrolizada tiene el potencial de ser más eficaz y económica que los productos para desinfección tradicionales. Su mayor ventaja para la inactivación de microorganismos patógenos radica en su menor impacto adverso en el medio

ambiente y en la salud del organismo, ya que no se agregan productos químicos peligrosos durante su producción. Además, se ha demostrado que dicha solución no daña a un animal. Esto en comparación con la mayoría de los productos tradicionales como el glutaraldehído, el hipoclorito de sodio y el ácido acético, por esto el agua electrolizada es más eficaz, menos peligrosa y costosa (Huang *et al.*, 2008).

Según Puigvert (2019), el procedimiento de higienización del agua de bebida más comúnmente utilizado en la industria ganadera es la cloración, que logra una asepsia aceptable a un costo muy bajo. No obstante, el cloro como desinfectante del agua presenta algunos inconvenientes que disminuyen su eficiencia, algunos de estos son:

- El cloro pierde parte de su actividad desinfectante si el pH del agua es superior a 7, ya que no se forma suficiente ácido hipocloroso.
- El cloro no elimina la biopelícula; inclusive puede llegar agravar el problema debido a las precipitaciones que provoca. La biopelícula constituye una barrera física, química y biológica donde se almacenan bacterias y otros microorganismos.

El agua electrolizada contribuye al saneamiento de plantas que tienen virus o bacterias. Esto ya se usa en países como Japón e Italia, además de que es útil para la desinfección de instalaciones de cremerías donde hacen productos como yogur y quesos y que generan residuos en recipientes que son limpiados con ácidos (CIDETEQ, 2018).

2.6. Transferencia de inmunidad en becerros

La placenta sindescomocorial de las vacas separa el flujo sanguíneo materno del fetal, evitando así la transmisión intrauterina de inmunoglobulinas protectoras (Ig). Esto dará como resultado que el neonato nace con agammaglobulinemia y por lo tanto depende por completo de la absorción de las Ig maternas que compone el calostro después del parto. Lograr una ingesta temprana del calostro es ampliamente reconocido como el factor de manejo más importante de la crianza de reemplazos lecheros, esto determinara la salud y supervivencia de becerros recién nacidos (McGuirk y Collins, 2004; Urie *et al.*, 2018).

La absorción de inmunoglobulinas (Ig) maternas a través del intestino delgado durante las primeras 12 horas después del parto, se le conoce transferencia pasiva y esta contribuye a proteger al neonato contra organismos patógenos comunes de su ambiente esto hasta que su propio sistema inmunológico inmaduro se vuelva funcional (Godden *et al.*, 2019).

En un sistema de manejo reconocido como uno de los mejores y más rentables, las becerras son separadas de la vaca de sus primeras 4 horas de vida y se alimentan con alrededor de un 10 a un 15% de su peso vivo de calostro previamente identificado como de alta calidad, ya que tiene una alta concentración de IgG y baja contaminación bacteriana o de una mejor manera pasteurizado (Godden, 2008). El sistema antes descrito esta específicamente diseñado y probado para reducir el número de crías que no reciben suficientes anticuerpos del calostro para inmunizarlos contra las enfermedades más comunes en su entorno, a esto se le conoce como fallo de transferencia de inmunidad (Mason *et al.*, 2022).

Las becerras recién nacidas adquieren inmunidad pasiva después del parto al absorber células y proteínas del sistema inmunológico, principalmente IgG, estos a través del calostro en el intestino, este permanece permeable para la absorción solo durante las primeras 24 horas de vida (Hue *et al.*, 2021).

Según Elizondo y Heinrichs (2009) para lograr una exitosa transferencia de inmunidad pasiva, es importante considerar los siguientes cuatro factores:

- Suministrar calostro con una alta concentración de inmunoglobulinas (Ig), preferiblemente con una concentración superior a 50 g/l.
- Ofrecer un adecuado volumen de calostro al ternero.
- Brindar el calostro dentro de las primeras dos horas de vida del ternero.
- Minimizar la contaminación bacteriana del calostro para garantizar su eficacia.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo desde el 05 de noviembre 2020 hasta el 30 de enero de 2021, en un establo del municipio de Delicias, en el estado de Chihuahua; este encuentra localizado en la región semi-desértica del norte de México a una altitud de 1170 msnm. Su posición geográfica esta entre los paralelos $28^{\circ} 11'$ y $28^{\circ} 11'$ de latitud norte y los meridianos $105^{\circ} 28'$ y $105^{\circ} 28'$ de longitud oeste según datos del INEGI (2010).

En el estudio, se empleó calostro obtenido del primer ordeño de vacas primíparas y multíparas de la raza Holstein Friesian dentro de las primeras 24 horas después del parto. La primera toma se administró en la primera hora de vida de la cría, mientras que la segunda se suministró de cuatro a siete horas después de la primera. Durante los primeros A días de vida, cada cría recibió 500 litros de leche pasteurizada como parte de su lactancia. Además, a partir del segundo día de vida se les ofreció agua a libre acceso.

Para observar el desarrollo en becerras suplementadas con agua electrolizada se seleccionaron de manera aleatoria 40 crías, las cuales fueron separadas de la madre al nacimiento y alojadas individualmente en jaulas de metal previamente lavadas y desinfectadas. Los tratamientos quedaron como sigue; se utilizaron dos tratamientos: T1= testigo, T2= 5mL de agua electrolizada (Bactoless Supra®) por litro de leche respectivamente; en ambos tratamientos fue suministrado hasta los 60 días de vida de las crías, cada tratamiento constó de 20 repeticiones considerando cada becerro como una unidad experimental. Las variables evaluadas fueron peso y altura al nacimiento y al destete (60 días).

El concentrado iniciador (según lo descrito en el cuadro 1) se suministró diariamente por la mañana y en caso de ser necesario se sirvió por la tarde. La variable evaluada fue consumo de concentrado. Para determinar dicho consumo de concentrado se utilizó una báscula electrónica digital (modelo EQM 200/400, de la marca Torrey ®), se midió el consumo del alimento desde el segundo día de vida hasta el momento del destete, que ocurrió a los 60 días de edad de las crías.

Cuadro 1. Ingredientes del concentrado iniciador utilizado en la alimentación de las becerras.

Ingrediente		%*
Humedad	Max.	13 %
Proteína Cruda	Min.	21.50 %
Grasa Cruda	Min.	3.00 %
Fibra Cruda	Max.	8.00 %
Cenizas	Max.	7.00 %

*De acuerdo con la etiqueta del fabricante

En el estudio se llevaron a cabo análisis de varianza utilizando los datos de consumo de alimento, peso y altura de las becerras. Cuando se encontraron diferencias estadísticamente significativas se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey. Para el análisis de datos se utilizó el paquete estadístico IBM-SPSS Statistics. Se considero una diferencia estadística si el valor de P fue menor que 0.05.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con relación a los resultados obtenidos para la ganancia de peso (Cuadro 2) en becerras suplementadas no se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Pero se observa un 5% más de ganancia de peso en los animales suplementados con el agua electrolizada (Bactolesse Supra®). La ganancia de peso que se observó en ambos tratamientos fue superior a los 755 g/día en promedio. Una hembra de reemplazo de la raza Holstein debe de mantener un promedio óptimo de crecimiento de alrededor de 750 g/día esto desde su nacimiento hasta el destete esto con la finalidad de lograr la condición corporal para llegar a tener un parto entre los 22 o 24 meses de edad (Wathes *et al.*, 2014).

Cuadro 2. Desarrollo (peso kg) de becerras lecheras Holstein suplementadas con agua electrolizada (Supra ®).

Variables	Testigo	Supra ®
Peso nacimiento (kg)	36.0 ^a	35.9 ^a
Peso 60 días (kg)	81.4 ^a	83.7 ^a
Ganancia total de Peso (kg)	45.4 ^a	47.8 ^a
Ganancia diaria de peso (kg)	0.756 ^a	0.796 ^a

Diferente literal entre columnas indica diferencia estadística significativa

Respecto a los resultados de altura (Cuadro 3) en las becerras suplementadas con agua electrolizada, no se observó diferencia estadística significativa entre tratamientos. No obstante, Heinrichs y Lammers (1998) obtuvieron una altura en promedio a la cruz de alrededor de 93.9 cm esto en las hembras Holstein al

momento del deteste, es importante destacar que esta cifra puede variar considerablemente en animales jóvenes.

En las investigaciones realizadas por Khan et al. (2007) informan alturas inferiores en el caso del deteste con 85.7 cm y al nacimiento con 75.7 cm esto quiere decir que la ganancia total de altura fue de 10 cm. En los informes de este estudio la ganancia de altura promedio de ambos tratamientos fue de alrededor de 18.5 cm a la cruz.

Cuadro 3. Desarrollo (altura) de becerras lecheras Holstein suplementadas con agua electrolizada (Supra®).

Variables	Testigo	Supra®
Altura al nacimiento (cm)	71.5 ^a	71.8 ^a
Altura 60 días (cm)	89.6 ^a	90.8 ^a
Ganancia total de altura (cm)	18.1 ^a	19.0 ^a
Ganancia diaria de altura (cm)	0.30 ^a	0.32 ^a

Diferente literal entre columnas indica diferencia estadística significativa

En relación con los resultados de consumo de alimento iniciador en becerras suplementadas con agua electrolizada (Cuadro 4) no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos. Estos resultados son menores a los reportados por Rodríguez et al. (2013) en una investigación donde a las becerras se les suministro 4 L de leche por un período de 60 días, observaron consumos de 1,600 a 1,700 g entre los días 57 a 60 días de vida. Esta situación permite analizar que animales que consumen mayores cantidades de dieta líquida demuestran

satisfecha su necesidad de alimentación, por lo que no experimentan la necesidad de consumir alimento balanceado en mayor proporción que las que no consumen una gran cantidad de dieta líquida.

Cuadro 4. Consumo promedio de alimento iniciador (g) de becerras lecheras Holstein suplementadas con agua electrolizada.

Tratamientos	Días de vida											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Agua electrolizada	0	27	72	97	118	159	186	205	268	534	787	952
Testigo	0	30	71	87	112	155	183	198	259	517	779	939

Resultados similares reportan González et al. (2014), en becerras alimentadas con 6 litros de leche por un período de 50 días, consumos de 1,200 g/d durante los tres últimos días. Favela (2015), reporta consumos promedio durante los tres últimos días de 0.691 hasta 0.958 en becerras alimentadas con sustituto de leche en un período de 45 días de lactancia, estos resultados son superiores a los observados en el presente estudio.

Las becerras regularmente necesitan un par de semanas para iniciar el consumo de cantidades significativas del alimento iniciador. Sin embargo, esto no representa que no haya que ofrecer iniciador a las becerras durante las dos primeras semanas de vida. Consecuentemente, toma por lo menos dos semanas para que las becerras coman suficiente iniciador para desarrollar el rumen suficientemente para que puedan ser destetadas. Si hay alguna interrupción en el consumo del iniciador, el

desarrollo del rumen pueda atrasarse y la becerrra podría no estar lista para el destete (Quigley 2001).

5. CONCLUSIONES

Basándonos en los escenarios donde se lleva a cabo el presente estudio, podemos concluir que la adición de agua electrolizada a las becerras lecheras para reemplazo contribuye al aumento de su ganancia de peso y altura. Es relevante destacar que el suministro de agua electrolizada resulto en un incremento del 5% en comparación con el grupo control. Por lo tanto, se sugiere la realización de otras investigaciones en las distintas etapas posteriores al destete para profundizar en este tema.

6. LITERATURA CITADA

- Amaral-Phillips, D. M., Scharko, P. B., Johns, J. T., y Franklin, S. 2006. Feeding and managing baby calves from birth to 3 months of age. Cooperative Extension Service UK. 161:1-6.
- Badman, J., Daly, K., Kelly, J., Moran, A. W., Cameron, J., Watson, I., Newbold, J. y Shirazi-Beeche, S. P. 2019. The effect of milk replacer composition on the intestinal microbiota of pre-ruminant dairy calves. *Front. Vet. Sci.* 6:371.
- Bok, M., Vega, C. G., Castells, M., Colina, R., Wigdorovitz, A. y Parreño, V. 2023. Development of an IgY-based treatment to control bovine coronavirus diarrhea in dairy calves. 15:708.
- Boulton, A. C., Rushton, J., Wathes, D. C. 2017. An empirical analysis of the cost of rearing dairy heifers from birth to first calving and the time taken to repay these costs. *Animal.* 11:1372-1380.
- 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.* 11:1-17.
- Bui, V. N., Nguyen, K. V. Pham, N. T., Bui, A. N., Dao, T. D., Nguyen, T. T., Nguyen, H. T., Trinh, D. Q., Inui, K., Uchiumi, H., Ogawa, H. y Imai, K. 2017. Potential of electrolyzed water for disinfection of foot and mouth disease virus. *J Vet Med Sci.* 79:726-729.
- Cappelozza, B. I. 2013. Strategies for developing replacement heifers. Oregon State University Extension Service. 1:1-12.
- Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (CIDETEQ). 2018. El agua electrolizada, posible alternativa al uso de cloro en la desinfección de agua y alimentos. En línea: <https://www.iaqua.es/noticias/conacyt/agua-electrolizada-podria-reemplazar-uso-cloro#:~:text=El%20investigador%20em%C3%A9rito%20del%20Cideteq,con%20el%20objetivo%20de%20generar> [Fecha de consulta 01 junio 2024].

- Chem, B-K. y Wang, C-K. 2022. Electrolyzed water, and its pharmacological activities: a mini review. *Molecules*. 27:1-15.
- Cho, Y. I. y Yoon, K. J. 2014. An overview of calf diarrhea - infectious etiology, diagnosis, and intervention. *J Vet Sci*. 15:1-17.
- Chopparapu, R., Sambattula, K. R., Edara, D. K., Dasari, R., Sycam, V., Srivalli, G. y Chennaiah, M. B. 2020. A review article on water purification techniques by using fiber composites and biodegradable polymers. *AIP Conf Proc*. 2247:1-10.
- Davis, E. M., Liang, Y., Batchelder, T. A., Sellers, M. D. y Ballou M. A. 2022. Impacts of various nutraceutical milk replacer supplements on the health and performance of high-risk Holstein calves. *Front Anim Sci*. 3:1-13.
- Donovan, G. A., Dohoo, I. R., Montgomery, D. M. Bennet, F. L. 1997. Calf and disease factors affecting growth in female Holstein calves in Florida, USA. *Preventive Veterinary Medicine*. 33:1-10.
- Dubrovsky, S. A., Van, A. L., Karle, B. M., Rossitto, P. V., Lehenbauer, T. W. y Aly, S. S. 2019. Epidemiology of bovine respiratory disease (BRD) in prewarned calves on California dairies: the BRD 10K study. *J Dairy Sci*. 102:7306-7319.
- Elizondo-Salazar, J. A. y Heinrichs, A. J. 2009. Feeding heat-treated colostrum or unheated colostrum with two different bacterial concentrations to neonatal dairy calves. *J Dairy Sci*. 92:4556-4571.
- Enevoldsen, C. y Kristensen, T. 1997. Estimation of body weight from body size measurement and body condition scores in dairy cows. *J Dairy Sci*. 80:1988-1995.
- Foley, J. A. y Otterbey, D. E. 1978. Availability, storage, treatment, composition, and feeding value of surplus colostrum: a review. *J Dairy Sci*. 61: 1033-1060.
- Godden, S. 2008. Colostrum management for dairy calves. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*. 24:19-39.
- Godden, S. M., Lombard, J.E. y Woolums, A. R. 2019. Colostrum Management for Dairy Calves. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*. 35:535-556.

- Gohil, J. M. y Choudhury, R. R. 2019. Introduction to nanostructured and nano-enhanced polymeric membranes: preparation, function, and application for water purification. Elsevier. :25-57
- Gutiérrez, P. F. J., Rochin, B. F. L., Diaz, G. L. H. y Ramírez, C. J. A. 2021. Evaluación productiva de dos sustitutos de leche becerras Holstein en la cuenca lechera de Torreón, Coahuila. *Investigación científica*. 15:0-0.
- Heinrichs, A. J. 1993. Raising Dairy replacements to meet the needs of the 21st century. *J Dairy Sci*. 76:3179-3187.
- Heinrichs, A. J., Heinrichs, B. S., Harel, O., Rogers W. y Place, N. T. 2005. A prospective study of calf factors affecting age, boby size, and body condition score at first calving of Holstein dairy heifers. *J. Dairy Sci*. 88:2828-2835.
- Heinrichs, A. J., Jones, C. M., Erickson, P. S., Chester-Jones, H. y Anderson, J. L. 2020. Symposium review: colostrum management and calf nutrition for profitable and sustainable dairy farms. *J. Dairy Sci*. 103:5694-5699.
- Heinrichs, J. y Lammers, B. 1998. Monitoring dairy heifer growth. *PennState Extension*. 498:1-12.
- Hoffman, P. C. 2007. Innovations in dairy replacement heifer management. Department of Dairy Science. University of Wisconsin-Madison. 53706:1-12.
- Huang, Y., Hung, Y. Hsu, S., Huang, Y. y Hwang, D. 2008. Application of electrolyzed water in the food industry. *Food Control*. 19:329-345.
- Hue, D T., Skirving, R., Chen, T., Williams, J. L., Botterma, C. D. y Petrovski, K. 2021. Colostrum source and passive immunity transfer in dairy bull calves. *J Dairy Sci*. 104:8164-8167.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. Compendio de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos Delicias, Chihuahua clave geoestadística 08021.

- Jones, C. M. y Heinrichs, A. J. 2022. Feeding the newborn dairy calf. PennState Extension. 3434:1-24.
- Kertz, A F., Hill, T. M., Quigley, J. D., Heinrichs, A. J., Linn, J. G. y Drackley, J. K. 2017. A 100-Year Review: Calf nutrition and management. *J Dairy Sci.* 100:10151-10172.
- Khan, M. A., Lee, H. J., Lee, W. S., Kim, H. S., Ki, K. S., Park, S. J., Ha, J. K y Choi, Y. J. 2007. Starch source evolution in calf starter: I. feed consumption, Boby weight gain, structural growth, and blood metabolites in Holstein calves. *J Dairy Sci.* 90:5259-5268.
- LeBaron, T. W., Sharpe, R. y Ohno, K. 2022. Electrolyzed-reduced water: Review I. Molecular hydrogen Is the exclusive agent responsible for the therapeutic effects. *Int. J. Mol. Sci.* 23:1-21.
- Lopez, A. J. y Heinrichs, A. J. 2021. Invited review: The importance of colostrum in the newborn dairy calf. *J. Dairy Sci.* 105:2733-2749.
- Lorenz, I. 2021. Calf health from birth to weaning – an update. *Irish Veterinary Journal.* 74:5-0.
- Mason, W. A., Cuttance, E. L. y Laven, R. A. 2022. The transfer of passive immunity in calves born at pasture. *J Dairy Sci.* 105:6271-6289.
- McGuirk, S. M. 2008. Disease management of dairy calves and heifers. *Vet Clin Food Anim.* 24:139-153.
- McGuirk, S. M. y Collins, M. 2004. Managing the production, storage, and delivery of colostrum. *Vet Clin Food Anim.* 20:593-603.
- Meyer, C. L., Berger, P. J., Koehler, K J., Thompson, J. R., y Sattler, C. G. 2001. Phenotypic trends in incidence of stillbirth for Holsteins in the United States. *J Dairy Sci.* 84:515-523.

- Michalski, E., Woodrum, S. M. M., Mazon, G. Neave H. W. y Costa, J. H. C. 2023. Personality of individually housed Dairy-beef crossbred calves is related to performance and behavior. *Front Anim Sci.* 3:1-12.
- Mohd, N. N., Steeneveld, W., Mourits, M. C. M. y Hogeveen, H. 2015. The optimal number of heifer calves to be reared as dairy replacements. *J Dairy Sci.* 98:861-871.
- Mu, L., Lei, L., Zheng, Y., Liu, J., Li, J., Li, D., Wang, G. y Liu, Y. 2023. Oxidative stress induced by selenium deficiency contributes to inflammation, apoptosis, and necroptosis in the lungs of calves. *Antioxidants.* 12:796-0.
- Naef, H., Alhussen, M. A., Vatnikov, Y. A., Cheskidova, L. V., Semenova V. I. Parshin, P. A. y Alsah M. A. 2021. Parameters of nonspecific resistance of calves with respiratory pathology before and after treatment. *J Adv Vet Anim Res.* 8:255-360.
- Ortiz-Pelaez, A., Pritchard, D. G., Pfeiffer, D. U., Jones, E., Honeyman, P., y Mawdsley. 2008. Calf mortality as a welfare indicator on British cattle farms. *Vet J.* 176:177-181.
- Raboisson, D., Delor, F., Cahuazac, E., Gendre, C., Sans, P., y Allaire, G. 2013. Perinatal, neonatal, and rearing period mortality of dairy calves and replacement heifers in France. *J Dairy Sci.* 96:2913-2924.
- Thorn, R. M., Lee, S. W., Robinson, G. M., Greenman, J. y Rewynolds, D. M. 2012. Electrochemically activated solutions: evidence for antimicrobial efficacy and applications in healthcare environment. *Eur J Clin Microbial Dis.* 31:641-653.
- Urie, N.J., Lombard, J.E., Shivley, C. B., Kopral, C. A., Adams, A. E., Earleywine, T. J., Olson, J. D. y Garry, F.B. 2018. Preweaned heifer management on US dairy operations: Part V. Factors associated with morbidity and mortality in preweaned dairy heifer calves. *J Dairy Sci.* 101: 9229-9244.
- Wathes, D. C., Pollot, G. E., Johnson, K. F., Richardson, H. y Cooke, J. S. 2014. Heifer fertility and carry over consequences for life time production in dairy and beef cattle. *Animal.* 8:91-104.