

Efectos de la adición de electrolitos en la leche para alimentación de becerras

Effects of adding electrolytes to milk for calves feeding

Karla Rodríguez-Hernández^{1*}, Alejandra Alva-Esparza², Jocelyn A. Martínez-Rodríguez³

¹Campo Experimental La Laguna, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Blvd. Prof. José Santos Valdés 1200 Pte., Col. Centro, Matamoros, Coah., México. C.P. 27440.

²Consultora independiente.

³Previamente Crianza “El Torazo”, Congregación Hidalgo, Matamoros, Coah. Actualmente: Arm & Hammer, México.

*Autor de correspondencia: rodriguez.karla@inifap.gob.mx

RESUMEN

Para evaluar el efecto de añadir una formulación comercial de electrolitos en la leche, sobre la presentación de eventos de enfermedad y la necesidad de emplear terapia de rehidratación intravenosa en becerros, se realizó un estudio experimental con un diseño completamente al azar con dos tratamientos: tratamiento con electrolitos añadidos a la leche (FWRL; n = 30), a los animales se les administraron 4 g d-1 por animal de una formulación comercial de electrolitos diseñada para añadirse a la leche en la toma de la mañana a partir del día dos hasta el día 21 de edad y grupo control (CTRL; n = 30), al cual no se le adicionó nada a la leche con la se alimentó a los animales. El 96.7 % de los animales del experimento presentaron diarrea y el 31.7 %, problemas respiratorios. La edad en la que se manifestó el primer evento de diarrea no fue diferente entre los grupos; tampoco se encontraron diferencias entre tratamientos en el número de eventos de diarrea, de reincidencias de diarrea ni de problemas respiratorios. El 20 % de los animales del tratamiento CTRL requirieron, al menos en una ocasión, terapia de rehidratación por vía intravenosa y ninguno de los del tratamiento FWRL la requirió. No se detectaron efectos adversos asociados a la administración de una formulación comercial de electrolitos en la leche del día dos al 21 de edad, y los animales que recibieron dicha formulación no requirieron terapia de rehidratación intravenosa cuando presentaron eventos de enfermedad.

Palabras clave: rehidratación, diarrea, neumonía, becerra lechera, Región Lagunera.

ABSTRACT

To evaluate the effect of administering a commercial electrolyte formulation added to milk on the occurrence of disease events and the use of intravenous rehydration therapy in calves, an experimental study was conducted using a completely randomized design with two treatments. Treatment FWRL (n = 30), where 4 g per day per animal of a commercial formulation of electrolytes was added to the milk in the morning feeding from day two to day 21 of age, and control treatment (CTRL; n = 30), to which nothing was added to the milk with which the animals were fed. In the experiment, 96.7 % of the animals experienced diarrhea, and 31.7 % experienced respiratory problems. The age at which the first episode of diarrhea occurred did not differ between groups; no differences were found between treatments in the number of diarrhea episodes, diarrhea recurrences, or respiratory problems. For 20 % of the animals in the CTRL treatment group, intravenous rehydration therapy was required at least once, whereas none in the FWRL treatment group needed it. No adverse effects were detected associated with the administration of a commercial electrolyte formulation in the milk from day two to day 21 of age, and the animals that received this formulation did not require intravenous rehydration therapy when they experienced illness.

Key words: rehydration, diarrhea, scour, pneumonia, dairy calf



INTRODUCCIÓN

En la crianza de becerros, la diarrea ocupa el primer lugar entre las enfermedades que se presentan antes del destete. De acuerdo con los “Estándares de oro” de la Asociación Americana de Becerras y Vaquillas Lecheras, las tasas máximas esperadas de morbilidad por diarrea en esta etapa deben ser inferiores al 15 % (DCHA, 2016). Sin embargo, en la Región Lagunera se han reportado tasas de morbilidad por diarrea entre el 27 % y el 79 % (González-Avalos *et al.*, 2019; Rodríguez-Hernández *et al.*, 2022).

La terapia de rehidratación oral además de ser económica, se considera como la primera opción para corregir la deshidratación en los episodios de diarrea en los que las becerros aún conservan el reflejo de succión y cuando el grado de deshidratación se encuentra entre 4 % y 10 %, en los que se requiere reemplazar entre 2 y 4 L de agua (Sumano, 1996; Berchtold y Constable, 2008). Sin embargo, cuando la morbilidad por diarrea es elevada, administrar electrolitos orales empleando un biberón a un gran número de animales aparte de administración de la leche, complica el manejo, ocasionando que no se le administren electrolitos orales a todos los animales que lo requieren, por lo que posteriormente se agrava la deshidratación y se requiera la administración de terapia de fluidos parenteral.

En general, la adición de electrolitos a la leche es una práctica no recomendada, ya que, según los ingredientes y la formulación del producto, especialmente el agente alcalinizante empleado, puede afectar la digestión de la leche. De acuerdo con Garthwaite *et al.* (1994), algunos productos que contienen bicarbonato o citrato pueden incrementar el pH y, posiblemente, inhibir la formación del cuajo en el abomaso y, con ello, afectar el aprovechamiento de la proteína de la leche. En estudios más recientes (Bachmann *et al.*, 2009) encontraron en condiciones *in vitro* usando quimosina, que la adición de electrolitos al sustituto de leche, afectaba la formación de cuajo alcanzando viscosidades del 10 al 40 % en comparación a la del sustituto de leche solo y del 5 al 20 % en comparación a la viscosidad de la leche entera de vaca. Sin embargo, cuando *in vitro* se añadió ácido clorhídrico y después quimosina para simular las condiciones que ocurren naturalmente en el

abomaso, la viscosidad del sustituto de leche con electrolitos añadidos se incrementó del 20 al 80 % en comparación al sustituto solo, por lo que se concluyó que, dependiendo de la formulación de los electrolitos, era posible añadirlos a la leche.

Otra de las razones por las que no se recomienda añadir electrolitos a la leche, es que en el caso de que no se afecte la formación del cuajo y este se forme, la llegada de los electrolitos al intestino se retrase en comparación con las soluciones de electrolitos que se añaden al agua, y con esto demorar la rehidratación (Bachmann *et al.*, 2012).

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de alimentar becerros con leche a la que se le añadió una formulación comercial de electrolitos del día dos al 21 de edad, sobre la presentación de eventos de diarrea, reincidencias de diarrea, problemas respiratorios y el uso de terapia de rehidratación intravenosa.

MATERIALES Y MÉTODOS

En un establo comercial del sistema intensivo de producción de leche de la Región Lagunera, ubicado en el Municipio de Matamoros, Coahuila, México, a 25° 30' 55" LN y 103° 08' 51" LO, se realizó un experimento con 60 becerros y becerros de dos días de edad de las razas Holstein y Angus × Holstein. El experimento se llevó a cabo del 14 de enero al 3 de marzo de 2025. El diseño fue completamente al azar. La aleatorización se realizó mediante la función de generación de números aleatorios del programa de Excel (Microsoft) y los animales se asignaron a cada tratamiento conforme nacían y antes de recibir su primera toma de leche. Se contó con dos tratamientos: tratamiento con electrolitos (FWRL) con 30 animales (Holstein: 16 hembras, Angus × Holstein: 8 hembras y 6 machos) que recibieron leche a la que se le adicionaron 4 g d⁻¹ por animal de una formulación comercial de electrolitos (Feedworks Lytes for Calf Ranch, FeedworksUSA, OH) diseñada para añadirse a la leche, en la toma de la mañana a partir del día dos hasta el día 21 de edad; y, el tratamiento control (CTRL; n = 30; Holstein: 13 hembras, Angus × Holstein: 6 hembras y 11 machos) en el que los animales consumieron leche a la que no se le adicionó nada.

Se calcularon las concentraciones teóricas de sodio, magnesio y potasio que 4 g de electrolitos aportarían a 3 o 4 L de leche dependiendo de la edad de los

animales, considerando las concentraciones de estos minerales en la leche tomadas de la publicación de Rodríguez et al. (2021) y estimando con la información de la etiqueta de los electrolitos.

El manejo general de los animales consistió en la desinfección del ombligo al nacer con tintura de yodo al 7 %, la administración intramuscular de un complejo multimineral (Multimin, Axiota) y la aplicación de una vacuna intranasal para la prevención del complejo respiratorio bovino (TSV-3, Zoetis). Todos los animales recibieron calostro pasteurizado por lote, a 60 ± 5 °C durante 60 minutos (Dairy Tech Inc., Windsor, CO). La primera toma de 3 a 4 litros de calostro se ofreció antes de las 2 horas posteriores al nacimiento. La segunda toma de 2 L de calostro se ofreció 12 horas después de la primera. Aproximadamente 24 h después del nacimiento, se tomó una muestra de sangre de cada becerro en un tubo sin anticoagulante para medir la proteína sérica total (PST, g dL⁻¹) y evaluar la transferencia de inmunidad pasiva. La alimentación líquida consistió en leche de línea pasteurizada (Bossio, Arg.) a 72 °C durante 15 a 20 segundos, ofreciéndose la cantidad asignada por día, dividida en dos tomas (7:00 y 15:00 h). El esquema de alimentación líquida fue el siguiente: del día dos al 14 de edad, 3 L en la mañana y 2 L en la tarde, del día 15 al 42 de edad, 8 L divididos en la toma de la mañana y la tarde, iniciando el destete de forma escalonada del día 43 al 49 de edad, 3 L en la mañana y 2 L en la tarde, del día 50 al 56 sólo 2 L en la mañana, y la leche se retiró por completo al día 57 de edad. Una vez al mes se tomaron muestras de la

leche pasteurizada para el análisis de la cuenta estándar en placa y de coliformes totales (Laboratorio de LALA, Gómez Palacio, Dgo.). La alimentación sólida consistió en un concentrado iniciador pelletizado (305, NUPLIN, Gómez Palacio, Dgo.) que se ofreció a partir del segundo día de vida, comenzando con 20 g por día e incrementándose según el criterio de la médica veterinaria encargada de la crianza. Todos los días, el concentrado sobrante se retiraba y se colocaba nuevo. El agua se ofreció ad libitum y estuvo disponible desde el primer día de vida.

El diagnóstico y tratamiento de las enfermedades se realizaban todos los días por la médica veterinaria encargada de la crianza, quien mantenía un registro diario.

El diseño fue completamente al azar con dos grupos. Se utilizó la función de análisis de datos de Excel (Microsoft). Se realizaron estadística descriptiva, análisis de varianza y la prueba de χ^2 , considerando la χ^2 de tabla con $\alpha = 0.05$ y g. l.= 1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se registraron efectos adversos asociados a la administración de leche con electrolitos añadidos. En el Tabla 1 se presentan las concentraciones teóricas (mmol L⁻¹) de sodio, magnesio y potasio en la leche antes y después de agregar la formulación comercial de electrolitos a la leche administrada a los animales del grupo FWRL.

Tabla 1. Concentraciones teóricas (mmol L⁻¹) de sodio, magnesio y potasio en la leche antes y después de agregar 4 g de la formulación comercial¹ de electrolitos a 3 o 4 L de leche.

Componente	Leche sin electrolitos ²		Leche con electrolitos	
	1 L	3 L	3 L	4 L
Sodio, mínimo	23.23	29.03	29.03	27.58
Sodio, máximo	23.23	30.48	30.48	28.67
Magnesio, mínimo	4.69	11.54	11.54	9.83
Potasio, mínimo	36.42	38.47	38.47	37.96

¹Análisis garantizado: sodio (mín.) 10.0 %, sodio (máx.) 2.5 %, magnesio (mín.) 12.5 %, potasio (mín.) 6 %, vitamina A (mín.) 1,102 UI g⁻¹, vitamina D₃ (mín.) 551 UI g⁻¹ y vitamina E (mín.) 1.4 UI g⁻¹. Ingredientes: dextrosa, sacarosa, cloruro de potasio, cloruro de sodio, ácido cítrico, maltodextrina, dióxido de silicio, sulfato de magnesio, fosfato trisódico, acetato de vitamina A, suplemento de vitamina E, glicina, complejo de aminoácidos de zinc, suplemento de vitamina D₃, bitartrato de colina, niacinamida, saborizante artificial, pantotenato de calcio, riboflavina, suplemento de vitamina B₁₂, mononitrato de tiamina y clorhidrato de pridoxina. ²(Rodríguez et al., 2001).

Aunque la asignación de los animales a los grupos experimentales fue aleatoria, el promedio de PST fue mayor en los animales de FWRL que en los del grupo CTRL (6.8 ± 0.59 vs 6.3 ± 0.88 g dL⁻¹; $P = 0.0256$).

En general, el 96.7 % de los animales del experimento presentaron diarrea y el 31.7 %, problemas respiratorios. La edad a la presentación del primer evento de diarrea no fue diferente entre los grupos (9 vs 10 días, FWRL vs CTRL, respectivamente). Tampoco se encontraron diferencias entre grupos en el número de eventos de diarrea (2.1 ± 1.84 vs 1.8 ± 0.97), reincidencias de diarrea (1.9 ± 1.20 vs 1.4 ± 1.30) ni en problemas respiratorios (0.7 ± 0.92 vs 0.3 ± 0.66), FWRL vs CTRL, respectivamente. Menos animales del grupo FWRL ($P < 0.05$) presentaron diarrea (93.3 % vs 100.0 %, FWRL vs CTRL, respectivamente), así

como problemas respiratorios (23.3 % vs 40.0 %, FWRL vs CTRL, respectivamente).

El 20 % de los animales del grupo CTRL requirieron, al menos en una ocasión (rango = 1 a 12), la administración de terapia de rehidratación por vía intravenosa, y ninguno de los del grupo FWRL la requirió (6 vs 0, CTRL y FWRL, respectivamente).

En el Tabla 2 se muestran los resultados de los análisis bacteriológicos para el conteo estándar en placa y el conteo de coliformes totales de las muestras de leche pasteurizada con la que se alimentó a los animales durante el experimento. La calidad sanitaria de la leche después de ser pasteurizada en los meses de enero y marzo fue buena, pero en febrero, el conteo bacteriano superó las 1,000 UFC mL⁻¹ en la cuenta total estándar y fue mayor a 1 UFC mL⁻¹ en el conteo de coliformes totales.

Tabla 2. Valores de la cuenta estándar en placa y del conteo de coliformes totales (UFC mL⁻¹) en muestras de leche pasteurizada, tomadas inmediatamente después de la pasteurización, a la salida del codo de conexión del tanque de leche y en la leche servida en las cubetas durante el experimento.

Muestra de leche pasteurizada	Cuenta estándar en placa (UFC mL ⁻¹)			Coliformes totales (UFC mL ⁻¹)		
	Enero	Febrero	Marzo	Enero	Febrero	Marzo
A la salida del pasteurizador	70	2,900	30	< 1	9	< 1
Del codo	200	1,400	130	< 1	1	< 1
En la cubeta	400	Incontables > 4,000	500	< 1	16	< 1

La adición de electrolitos a la leche tomando en cuenta las concentraciones teóricas de sodio, magnesio y potasio no incrementó los valores de sodio y potasio por arriba de los rangos normales de estos minerales en la leche (de 12.09 a 37.84 mmol L⁻¹ y de 26.47 a 47.93 mmol L⁻¹, para sodio y potasio, respectivamente) (Rodríguez *et al.*, 2001). Sin embargo, las concentraciones de magnesio superaron en un 76 % el valor máximo del rango normal de la leche (de 2.94 a 6.56 mmol L⁻¹); sin embargo, no superaron el 1.3 % de magnesio en la dieta, porcentaje de inclusión con el que se han observado efectos adversos en la salud de las becerras como lo son reducción del consumo de alimento o diarrea acuosa o extremadamente acuosa (Gentry *et al.*, 1978).

En cuanto a la transferencia de inmunidad pasiva, y aunque los promedios de PST se encontraron dentro de los valores considerados en la categoría de “buena”, sólo el 66.7 % de los animales de CTRL alcanzaron valores iguales o superiores a 5.8 g dL⁻¹, en comparación con los de FWRL, que alcanzaron un 96.7 % en esta categoría. De acuerdo con los

nuevos estándares para evaluar la transferencia de inmunidad pasiva (Godden *et al.*, 2019), los valores superiores a 5.8 g dL⁻¹ se consideran buenos y los entre 5.7 y 5.2 g dL⁻¹, regulares. La diferencia principal entre estas categorías radica en que, aunque en ambas se considera que la transferencia de inmunidad pasiva fue exitosa, se ha observado que los animales de la categoría “regular” presentan 32 % de probabilidad de enfermarse en los primeros 30 días de vida, mientras que los animales clasificados en la categoría “buena” presentan 28 % de probabilidad de enfermarse en la misma etapa.

Aunque menos animales del grupo FWRL presentaron diarrea y problemas respiratorios, se considera que esta diferencia no se debe a la adición de electrolitos en la leche, sino a diferencias en la transferencia de inmunidad pasiva, que fue mayor en los animales del grupo FWRL. Adicionalmente, la tasa de morbilidad por diarrea en los animales de ambos grupos se encontró muy por encima de lo observado en otros trabajos realizados en la Región Lagunera (González-Avalos *et al.*, 2019; Rodríguez-Hernández *et al.*, 2022), lo que sugiere que se debió

a la baja calidad sanitaria de la leche pasteurizada en febrero. Si uno considera que la dosis infectiva de *E. coli* observada en becerras es de 300 a 10,000 UFC (Besser *et al.*, 2001), 3 litros de leche con los valores máximos reportados en febrero (16 UFC mL⁻¹), contendrán 48,000 UFC en total, más que suficiente para infectar a las becerras en el supuesto de que la bacteria presente en la leche fuera *E. coli*. Al respecto, los límites máximos indicados por el laboratorio en el que se analizaron las muestras son de menos de 1,000 UFC mL⁻¹ para la cuenta estándar en placa y de menos de 10 UFC mL⁻¹ para coliformes totales; estos últimos son los mismos límites que se estipulan en la NOM-243-SSA1-2010 (SSA, 2010) para la leche pasteurizada para consumo humano.

CONCLUSIONES

No se detectaron efectos adversos asociados con añadir una formulación comercial de electrolitos en la leche del día dos al 21 de edad, y los animales que recibieron dicha formulación no requirieron terapia de rehidratación intravenosa cuando presentaron eventos de enfermedad.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Establo “El Torazo” las facilidades brindadas para la realización del experimento. Fuente financiera: proyecto SIGI 1915127577: “DEL TORO, ASESORÍA Y EVALUACIÓN DE FORMULACIONES COMERCIALES DE ELECTROLITOS PARA BECERRAS LECHERAS”. Declaración de no conflicto de interés: el financiamiento para la realización del experimento provino de DEL TORO AGROVET, S.A. de C.V., y la investigadora del INIFAP declara que no existe ningún conflicto de interés de tipo económico, familiar o personal que haya influido en el juicio o en los resultados del estudio aquí presentados. La investigación fue realizada con total independencia, transparencia y centrada en el rigor científico. La mención de cualquier marca o producto propietario en el presente trabajo no constituye una garantía o la aprobación del producto por el INIFAP; así mismo, no implica la aprobación de la exclusión de otros productos que también pudieran ser adecuados.

LITERATURA CITADA

- Bachmann, L., B. Schmidt, U. Rauwolf, J. Wenge, and M. Coenen. 2012. Change of plasma volume, osmolality, and acid-base status in healthy calves after feeding of milk and water- and milk-based oral rehydration solutions. *Journal of Dairy Science*. 95:6006-6014.
- Berchtold, J. F., and P. D. Constable. 2008. Chapter 103: Antibiotic treatment of diarrhea in preweaned calves. In: D. E. Anderson & D. M. Rings (Eds.), *Current veterinary therapy—food animal practice*, 5th Edition (pp. 520-525). Saunders Elsevier.
- Besser, T. E., B. L. Richards, D. H. Rice, and D. D. Hancock. 2001. *Escherichia coli* O157:H7 infection of calves: infectious dose and direct contact transmission. *Epidemiology and Infection*. 127:555-560.
- Dairy Calf and Heifer Association (DCHA). 2023. *Gold Standards*. Fourth Edition.
- Garhtwaite, B. D., J. K. Drackley, G. C. McCoy, and E. H. Jaster. 1994. Whole milk and oral rehydration solution for calves with diarrhea of spontaneous origin. *Journal of Dairy Science*. 77:835-843.
- Gentry, R. P., W. J. Miller, D. G. Pugh, M. W. Neathery, and J. B. Bynum. 1978. Effects of feeding high magnesium to young dairy calves. *Journal of Dairy Science*. 61:1750-1754.
- Godden, S. M., J. E. Lombard, and A. R. Woolums. 2019. Colostrum management for dairy calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 35:535-556.
- González-Avalos R., N. Rodríguez-Dimas, B. P. Peña-Revuelta, J. González-Avalos, y Rodríguez-Hernández K. 2019. Morbilidad y mortalidad en becerras Holstein alimentadas con leche entera adicionada con extracto de plantas medicinales. *Ciencia e Innovación*. 2(1):261-272.
- Rodríguez-Hernández, K., L. E. Reyes-Acosta, E. Ochoa-Martínez, y J. I. Sánchez-Duarte. 2022. Efecto de las enfermedades sobre el crecimiento de becerras lecheras al destete.

Memorias de la LVII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Villahermosa. Tabasco, 9-12 de nov. de 2022. p. 593-595.

Rodríguez Rodríguez, E. M., M. Sanz Alaejos, and C. Díaz Romero. 2001. Mineral concentrations in cow's milk from the Canary Island. *Journal of Food Composition and Analysis*. 4:419-430. Abstract.

Secretaría de Salud (SSA). 2010. NOM-243-SSA1-2010: Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. Ciudad de México: SSA.

Sumano, L. H. 1996. *Farmacología clínica en bovinos*. Trillas, México. p. 241.