

USO DE MICRO MINERALES, SELENIO Y VITAMINA B₁₂ SOBRE EL CONSUMO DE MEGACALORÍAS, DESARROLLO Y SALUD EN BECERRAS HOLSTEIN

Karla Quetzalli Ramirez Uranga

Profesor Investigador, Universidad
Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad
Laguna, Torreón, Coahuila, México
ORCID: 0000-0003-1139-6883

Ramiro González Avalos

Profesor Investigador, Universidad
Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad
Laguna, Torreón, Coahuila, México
ORCID: 0000-0002-6677-1970

Edgar Jesus Macias Ortiz

Estudiante del Programa de Doctorado
en Ciencias en Producción Agropecuaria,
Universidad Autónoma Agraria Antonio
Narro, Unidad Laguna, Torreón, Coahuila,
México
ORCID: 0000-0003-3631-7379

Blanca Patricia Peña Revuelta

Profesor Investigador, Universidad
Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad
Laguna, Torreón, Coahuila, México
ORCID: 0000-0002-9000-8887

All content in this magazine is
licensed under a Creative Com-
mons Attribution License. Attri-
bution-Non-Commercial-Non-
Derivatives 4.0 International (CC
BY-NC-ND 4.0).



Resumen: El área de crianza es un área fundamental en cualquier explotación lechera, ya que durante esta etapa donde los las becerras desarrollarán todo el potencial genético para tener un alto rendimiento a futuro. Sin embargo, existen diversos puntos clave como el sistema de alimentación, requerimientos de energía, manejo, salud, entre otros, que son fundamentales para que se lleve a cabo el adecuado desarrollo del animal. Diversos estudios han demostrado que la suplementación con micro minerales pudiera representar un área de oportunidad para aumentar las ganancias de peso y altura durante esta etapa. El objetivo de este estudio fue evaluar el uso de micro minerales, selenio y vitamina B₁₂ sobre el consumo de megacalorías (Mcal), desarrollo y salud en becerras Holstein Friesian. Para el T1 se utilizó 1.5 mL de una solución inyectable de micro minerales (zinc, manganeso, selenio y cobre), para el T2 se suministraron 2 mL de selenio más vitamina B₁₂ y para el T3 administró 1 mL de solución salina fisiológica. Cada tratamiento constó de 20 repeticiones considerando a cada becerro como una unidad experimental. Las variables evaluadas fueron, consumo de Mcal, desarrollo y salud. No se observó diferencia estadística significativa entre los tratamientos en el consumo de Mcal y desarrollo. En salud, no se observó ningún efecto positivo derivado de la suplementación con micro minerales, selenio y vitamina B₁₂. Se recomienda llevar este tipo de estudios hasta la etapa de producción, de igual manera la forma inorgánica de los minerales tiende a formar complejos minerales o asociaciones con diversos componentes del sistema de alimentación por lo que la biodisponibilidad y absorción de suplementos pudiera verse disminuida, por lo tanto, se recomienda utilizar micro minerales donde la forma activa sea de origen orgánico.

Palabras clave: Energía, leche, destete, diarrea, neumonía.

INTRODUCCIÓN

La alta demanda de la industria lechera a nivel mundial, ha obligado a los productores a mejorar y eficientar sus sistemas de producción. Durante la etapa de crianza, las becerras experimentan cambios muy importantes en su desarrollo y crecimiento que se verán reflejados a lo largo de toda su vida (VAN AMBURGH et al., 2014). El éxito de la crianza de becerras es la clave de las explotaciones lecheras ya que estas son los futuros animales de reemplazo y por lo tanto es de suma importancia cuidarlos hasta que logren llegar a su madurez (RAM et al., 2020).

Las becerras deben ser alimentadas de manera óptima para satisfacer sus necesidades nutricionales para un crecimiento y desarrollo (PALCZYNSKI et al., 2020). En esta etapa, la dieta es un factor muy importante ya que debe apoyar y reflejar una adecuada transición de pre-rumiante a rumiante totalmente funcional. En relación a lo anterior, uno de los elementos más limitantes en las explotaciones y la cual sirve para mantener las funciones corporales del animal como crecer, producir y reproducirse, es la energía (ELIZONDO-SALAZAR, 2013).

La energía es la capacidad de realizar un trabajo, en un sistema biológico se suele medir en kilocalorías (kcal) o kilojulios (kJ), una kilocaloría (equivalente a 4,184 kJ) es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 1 kg de agua a 1°C (NRC, 1989). Para las dietas, el contenido de energía se puede expresar como calorías (cal), kilocalorías (kcal) o Mcal (NRC, 1998). De acuerdo con Brown et al. (2005) los becerros que consumen mayor cantidad de energía y proteína, tienen mayor ganancia y mayor eficiencia alimenticia de 2 a 8 y de 8 a 14 semanas de vida.

En el caso de los animales, la energía tiene que ver con realizar una serie de funciones metabólicas desde respirar o digerir los alimentos hasta las más demandantes como crecer, reproducirse o producir leche (ELIZONDO-SALAZAR, 2020). El comprender la relación entre la proteína y la energía requerida para un becerro en crecimiento es muy valioso para lograr un crecimiento óptimo (RAUBA et al., 2018).

Otro de los factores que está muy relacionado con el éxito durante esta etapa es el índice de morbilidad. Lo anterior debido a que las principales enfermedades infecciosas responsables de la mayoría de las muertes de becerros antes del destete son la diarrea y la neumonía (NAHMS, 2007).

La diarrea es la principal amenaza para los becerros lecheros recién nacidos (OSORIO, 2020). Se ha demostrado que las infecciones de origen digestivo son el principal factor que retrasa la edad de las vaquillas para llegar a primer servicio y también disminuyen la producción de leche y rendimiento en la primera lactancia (HEINRICH; HEINRICH, 2011).

De igual importancia, los problemas respiratorios, en especial la neumonía es un problema muy importante de salud en los becerros debido a que los pacientes con neumonía aguda han demostrado una función miocárdica deprimida y deshidratación por los cambios de líquido extracelular, lo que lleva a una disminución del volumen sanguíneo y una disminución del gasto cardíaco (MZYK et al., 2019). Es importante recalcar que la presencia de diarrea y/o enfermedad respiratoria antes de los 90 días de edad afecta directamente el desempeño futuro del animal y está asociado con una mayor edad al parto (WARNICK; ERB; WHITE, 1994).

Por otro lado, el éxito o fracaso de la crianza de reemplazos de lechería, depende de varios factores que están estrechamente

relacionados (TEIXEIRA et al., 2014). Todos los animales necesitan minerales ya que son elementos inorgánicos necesarios para los procesos biológicos normales (WATANABE; KIRON; SATOH, 1997). En los becerros, las deficiencias de los micro minerales se pueden reflejar en los recién nacidos, ya que las reservas de los mismos están en relación directa con la nutrición materna y la transferencia materna a través de las membranas fetales, calostro o leche (ENJALBERT, 2009).

El funcionamiento del sistema inmunológico en el neonato puede estar altamente influenciado por la disponibilidad de micro minerales esenciales que son muy importantes para procesos bioquímicos, incluyendo la respuesta inmune, la replicación celular y el desarrollo esquelético (CARROLL; FORSBERG, 2007; TEIXEIRA et al., 2014). De acuerdo con investigadores, la suplementación con minerales juega un papel primordial en el ganado ya que estimulan el sistema inmune (RINK, 2000), esto debido a que muchos minerales son cofactores enzimáticos (FILAPPI; PRESTES; CECIM, 2007). Es por ello que últimamente, estudios mostraron que los minerales inyectables pudieran ser un método idóneo para mejorar el uso de los minerales por parte de los animales y con ello ser una opción favorable para mejorar el rendimiento animal (COLLET et al., 2017).

La vitamina B₁₂ (también conocida como cobalamina) es un compuesto químico con propiedades vitamínicas que consiste en cobalto (Co) como el átomo central y un anillo de corrina que encierra el átomo de metal, la vitamina B es conocida comúnmente como un promotor del crecimiento (BECHDEL; ECKLES; PALMER, 1926). Esta vitamina tiene diversas funciones entre las que destacan el estar involucrada en el metabolismo de ácidos nucleicos, proteínas, grasas y carbohidratos, también estimula la maduración de los eritrocitos durante la

eritropoyesis, interviene en el metabolismo de diversas coenzimas, participa en el mantenimiento de las vainas de mielina en el sistema nervioso y a su vez en la síntesis de neurotransmisores (CHAROO-PORTILLA et al., 2013; HERDT; HOFF, 2011). De igual manera, la vitamina B₁₂ es primordial para el metabolismo energético y para los procesos de replicación celular, ya que tiene comportamiento de coenzima, catalizando diversas funciones (RIZZO; LAGANÀ, 2020). Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el uso de micro minerales, selenio y vitamina B₁₂ sobre el consumo de Mcal, desarrollo y salud en becerras Holstein Friesian.

MATERIALES Y METÓDOS

El presente estudio se llevó a cabo de octubre 2020 a enero 2021, en un establo localizado en el municipio de Matamoros, en el estado de Coahuila de Zaragoza, ubicado en una región semi-desértica del norte de México a una altura de 1170 msnm, entre los paralelos 28° 11' y 28° 11' de latitud norte y los meridianos 105° 28' y 105° 28' de longitud oeste (INEGI, 2009). El estudio se realizó durante el periodo de crianza (60 días) de cada animal seleccionado. Para este estudio se seleccionaron 60 becerras Holstein Friesian, las cuales fueron separadas de la madre al nacimiento, alojadas de manera aleatoria e individual en jaulas de metal previamente lavadas y desinfectadas. Para el T1 se utilizó 1.5 mL de una solución inyectable de micro minerales (zinc, manganeso, selenio y cobre), para el T2 se suministraron 2 mL de selenio más vitamina B₁₂ y para el T3 administró 1 mL de solución salina fisiológica. Cada tratamiento constó de 20 repeticiones considerando a cada becerro como una unidad experimental. Todos los tratamientos se aplicaron en el día 0 y 29 de vida. La primera ingesta de calostro se realizó dentro

de la primera hora de vida (3 L por toma, con una calidad de > 50 mg / mL de IgG) y 6 h después de la primera toma, se suministró una segunda con las mismas características (GODDEN, 2008). En todos los tratamientos se suministraron 430 L de leche entera pasteurizada repartida durante el periodo de lactancia, los cuales se administraron de la siguiente manera: 1-7 d / 6 L, 8-22 d / 8 L, 23-41 d / 10 L, 42-45 d / 12 L, 46-60 d / 2 L), se suministraron en dos tomas/día, 08:00 y 15:00 h respectivamente. Se ofreció agua *ad libitum* durante todo el estudio. El concentrado iniciador (Nuplen supra 380°) se suministró a partir del segundo día de vida diariamente por la mañana y de ser necesario se añadió más por la tarde (PEÑA-REVUELTA et al., 2019).

El peso de las becerras fue medido en una báscula ganadera (PG-2000, Torrey®), el pesaje se realizó cada 10 días, desde el nacimiento hasta el término del estudio (día 60) (HE et al., 2017). La altura se midió cada 10 días, desde el nacimiento hasta el término del estudio (día 60), mediante una cinta de medir (Uline Accu-Lock H-1766), tomando como referencia la altura a la cruz del animal (RAMÍREZ et al., 2008). El concentrado se ofreció *ad libitum* a partir del día 1 de vida y el consumo se obtuvo por diferencia entre lo ofrecido y lo rechazado, diariamente se pesó el sobrante del día anterior en una báscula electrónica digital (L-EQ 5, Torrey®) (STEELE et al., 2017). Se llevó a cabo el registro de enfermedades y tratamientos diariamente, sólo se consideraron problemas de origen digestivo y respiratorio. Para el cálculo de Mcal de la leche entera, se tomó en cuenta el promedio de la cantidad de sólidos totales reportada durante el estudio (11.8), con un aporte final de .622 Mcal por litro de leche. Para el cálculo de Mcal de alimento iniciador, por cada kg de MS el aporte final fue de 2.83 Mcal.

El análisis estadístico para estimar el desarrollo se realizó mediante un análisis de medias por T-student, se utilizó el valor de $P < 0.05$ para considerar diferencia estadística significativa, mediante el programa estadístico SYSTAT 12. Para determinar la salud y costos entre grupos se utilizó estadística descriptiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se muestra el consumo de Mcal totales de leche entera y concentrado iniciador, la ganancia diaria de peso (g) y ganancia de altura final (cm) de becerras Holstein Friesian suplementadas con micro minerales, selenio y vitamina B₁₂, donde no se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos ($P < 0.05$), en cuanto al consumo de Mcal se presentó un aumento gradual durante el estudio, con una disminución de Mcal en el día 41-50 y 51-60 esto debido a la programación establecida para la dieta líquida. Elizondo-Salazar (2013), menciona que la dieta líquida seguirá siendo la principal fuente de nutrientes para mantenimiento y crecimiento hasta que las becerras estén consumiendo más de 0.45 kg de alimento balanceado por día, lo anterior coincide con los resultados del presente estudio, debido a que mayor consumo de leche menor consumo de alimento iniciador y viceversa, con esto, desde el día 0 hasta el día 45 de acuerdo a la administración de la

dieta líquida, el mayor aporte de Mcal para cubrir los requerimientos de mantenimiento y crecimiento fueron brindados por la leche entera, sin embargo, del día 46 hasta el día 60, el aporte de Mcal para los requerimientos de mantenimiento y crecimiento fueron cubiertos mayormente por el concentrado iniciador.

Por otro lado, de acuerdo con Soberón et al. (2012), uno de los objetivos importantes en la etapa de crianza es duplicar el peso al nacimiento para el momento del destete, en el presente estudio se cumple con el objetivo mencionado ya que todos los tratamientos duplicaron su peso para el momento del destete. Con relación a la ganancia diaria de peso, similares resultados fueron reportados por Teixeira et al. (2014), en un estudio donde se suplementaron becerras con micro minerales, y no hubo un efecto positivo, obteniendo ganancias de 0.788 y 0.784 g/d respectivamente. La baja respuesta a la suplementación pudiera deberse a que los animales no presentaban ningún tipo de deficiencia de micro minerales al inicio del estudio. Para la variable de altura, a pesar de no encontrar diferencia estadística significativa, se observa una ganancia de altura final de 13.8 cm para el T3, los resultados de este estudio coinciden con lo reportado por Favela-Esquivel (2015), donde no se observó un efecto en la variable de

	1-10 Mcal	11-20 Mcal	21-30 Mcal	31-40 Mcal	41-50 Mcal	51-60 Mcal	Total Mcal	Ganancia diaria de peso (g)	Ganancia de altura final (cm)
T1	41.99 ^a	51.19 ^a	62.53 ^a	66.45 ^a	51.34 ^a	43.99 ^a	317.49 ^a	0.594 ^a	13 ^a
T2	42.09 ^a	51.27 ^a	62.37 ^a	66.23 ^a	51.35 ^a	42.49 ^a	315.8 ^a	0.600 ^a	12.7 ^a
T3	42.07 ^a	51.03 ^a	62 ^a	66.05 ^a	51.33 ^a	43.4 ^a	315.88 ^a	0.627 ^a	13.8 ^a

Diferentes letras superíndice entre columnas indican diferencia estadística significativa entre tratamientos ($P < 0.05$).

Cuadro 1. Consumo de Mcal totales de leche entera y concentrado iniciador, ganancia diaria de peso (g) y ganancia de altura final (cm) de becerras Holstein Friesian suplementadas con micro minerales, selenio y vitamina B₁₂.

altura en becerras suplementadas con selenio y vitamina B₁₂.

En el Cuadro 2, se muestran los resultados de morbilidad y mortalidad de becerras Holstein Friesian suplementadas con micro minerales, selenio y vitamina B₁₂, donde no se reportaron porcentajes de mortalidad, no obstante, se encontró una alta tasa de morbilidad de un 43%, la cual coincide con el estudio realizado por Wudu et al. (2007) donde se reportó una tasa de 62%, de igual manera estos altos porcentajes coinciden con lo reportado por Reyes (2019), en un estudio realizado en becerras donde se reportó una incidencia de enfermedades de un 88.2%. La alta incidencia de diarrea es un área de preocupación que debe abordarse de inmediato, ya que los problemas de origen digestivo son los responsables de la mayor parte de mortalidad y morbilidad en esta primera etapa de vida (URIE et al., 2018; SCOTT et al., 2019).

Es importante mencionar que índices altos de morbilidad son un indicativo a un aumento de costos en la producción y por lo tanto perdidas en el rendimiento futuro de los animales. Con lo anterior, se pudo observar que la suplementación con micro minerales, selenio y vitamina B₁₂ no obtuvo ningún efecto benéfico notable debido a la alta tasa de morbilidad.

En cuanto al consumo de Mcal totales de leche entera y concentrado iniciador, la ganancia diaria de peso (g) y ganancia de altura final (cm), y su relación con la tasa de morbilidad de becerras Holstein Friesian suplementadas con micro minerales, selenio y vitamina B₁₂, es posible que el consumo de Mcal no fuera suficiente para cubrir los requerimientos de crecimiento, debido a la alta demanda de energía necesaria para el mantenimiento y restablecimiento del animal ante los diferentes eventos de morbilidad (diarrea y neumonía), y subsecuente a esto no se observara un efecto benéfico dado por la suplementación.

CONCLUSIONES

En relación a los resultados de este estudio, se concluye que el uso de micro minerales, selenio y vitamina B₁₂ no influyó sobre el consumo de Mcal, desarrollo y salud en becerras Holstein Friesian. Es necesario realizar estudios complementarios acerca de los requerimientos nutricionales en términos de energía en becerras lecheras suplementadas con micro minerales, aunado a lo anterior se recomienda llevar este tipo de estudios hasta la etapa de producción. De igual manera la forma inorgánica tiende a formar complejos minerales o asociaciones con diversos componentes del sistema de

Evento	Animales	Porcentaje
Diarrea	18	30%
Neumonía	5	8%
Diarrea + Neumonía	3	5%
Morbilidad	26	43%
Mortalidad	0	0%

Cuadro 2. Morbilidad y mortalidad de becerras Holstein Friesian suplementadas con micro minerales, selenio y vitamina B₁₂.

alimentación por lo que la biodisponibilidad y absorción de los suplementos pudiera verse disminuida, es por ello que se recomienda utilizar micro minerales donde la forma activa sea de origen orgánico y en condiciones más controladas, así como asegurar las medidas de inocuidad, manejo y alimentación como prioridad para desarrollar de una manera más eficiente a los animales y maximizar el efecto del uso de suplementos.

REFERENCIAS

- BECHDEL, S. I., ECKLES, C. H., Y PALMER, L. S. 1926. The vitamin B requirement of the calf. *Journal of Dairy Science*, 9, 409-438.
- BROWN, E. G., VANDEHAAR, M. J., DANIELS, K. M., LIESMAN, J. S., CHAPIN, L. T., KEISLER, D. H., Y NIELSEN, M. S. W. 2005. Effect of Increasing Energy and Protein Intake on Body Growth and Carcass Composition of Heifer Calves. *Journal of Dairy Science*, 88(2), 585-594.
- CARROLL, J. A., Y FORSBERG, N. E. 2007. Influence of Stress and Nutrition on Cattle Immunity. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 23(1), 105-149.
- CHARROO-PORTILLA, O., TORRES-QUIALA, M., RAVELO-TORRES, Y., ROMERO-BARRIENTOS, C., Y REYES-CAYÓN, R. 2013. Aspectos esenciales sobre vitamina B12. *Revista Información Científica*, 77(1).
- COLLET, S. G., DEMEDA, M. A., TAFFAREL, G. V., TAFFAREL, L., GIRARDINI, L. K., NESI, C. N., Y DO REGO LEAL, M. L. 2017. Effect of injectable trace mineral supplement and vitamins A and E on production and milk composition of Holstein cows. *Revista de Ciências Agroveterinárias, Journal of Agroveterinary Sciences*, 16, 463-472.
- ELIZONDO-SALAZAR, J.A. 2020. Estimación de la energía calórica en alimentos para ganado de leche según el modelo del NRC (2001). *Nutrición Animal Tropical*, 14(2), 39-50.
- ELIZONDO-SALAZAR, J.A. 2013. Requerimientos de energía para terneras de lechería. *Agronomía Mesoamericana*, 24(1), 209-214.
- ENJALBERT, F. 2009. The relationship between trace elements status and health in calves. *Revue de Médecine Vétérinaire - Toulouse*, 160(8-9), 429-435.
- FAVELA-ESQUIVEL, N. 2015. Efecto del selenio y vitamina b12 sobre el desarrollo y supervivencia de becerras lecheras Holstein friesland. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, Torreón, Coahuila, México.
- FILAPPI, A., PRESTES, D., Y CECIM, M. 2007. Suplementação mineral para bovinos de corte sob pastejo. *REVISÃO, Veterinária Notícias*, 11(2). Recuperado de <http://www.seer.ufu.br/index.php/vetnot/article/view/18660>
- GODDEN, S. 2008. Colostrum Management for Dairy Calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24(1), 19-39.
- HE, Z. X., FERLISI, B., ECKERT, E., BROWN, H. E., AGUILAR, A., Y STEELE, M. A. 2017. Supplementing a yeast probiotic to pre-weaning Holstein calves: Feed intake, growth and fecal biomarkers of gut health. *Animal Feed Science and Technology*, 226, 81-87.
- HEINRICHS, A. J., Y HEINRICHS, B. S. 2011. A prospective study of calf factors affecting first-lactation and lifetime milk production and age of cows when removed from the herd1. *Journal of Dairy Science*, 94(1), 336-341.

HERDT, T. H., Y HOFF, B. 2011. The Use of Blood Analysis to Evaluate Trace Mineral Status in Ruminant Livestock. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 27(2), 255-283.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Francisco I. Madero, Coahuila de Zaragoza. Clave geoestadística 05009. Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/20>.

MZYK, D. A., BUBLITZ, C. M., MARTINEZ, M. N., DAVIS, J. L., BAYNES, R. E., Y SMITH, G. W. 2019. Impact of bovine respiratory disease on the pharmacokinetics of danofloxacin and tulathromycin in different ages of calves. *PLOS ONE*, 14(6).

NAHMS (NATIONAL ANIMAL HEALTH MONITORING SERVICE). 2007. Dairy Heifer Morbidity, Mortality and Health Management Practices Focusing on Preweaned Heifers. USDA, Anim. Plant Health Inspect. Serv., Vet. Serv., Ft. Collins, CO.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1989. Committee on Diet and Health. Diet and Health: Implications for Reducing Chronic Disease Risk. Washington (DC): National Academies Press (US); Calories: Total Macronutrient Intake, Energy Expenditure, and Net Energy Stores.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1998. Nutrient Requirements of Swine. 10^a ed. National Academy Press; Washington, DC, EE. UU.

OSORIO, J. S. 2020. Gut health, stress, and immunity in neonatal dairy calves: the host side of host-pathogen interactions. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 11(1).

PALCZYNSKI, L. J., BLEACH, E. C. L., BRENNAN, M. L., Y ROBINSON, P. A. 2020. Appropriate Dairy Calf Feeding from Birth to Weaning: "It's an Investment for the Future." *Animals*, 10(1), 116.

PEÑA-REVUELTA, B. P., GONZÁLEZ-AVALOS, R., ROCHA-VALDÉZ, J. L., GONZÁLEZ-AVALOS, J., Y RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, K. 2019. Efecto de la alimentación de becerras Holstein suplementadas con *Bacillus subtilis* PB6 en: morbilidad y mortalidad. *Ciencia e Innovación*, 2(1), 247-257.

RAM, P. K., SINGH, S. K., SRIVASTAVA, A., KUMAR, G., JAISWAL, A. K., YADAV, B., Y GARG, S. K. 2020. Effects of Injectable Trace Minerals (ITMs) on Th1/Th2 Cytokine Balance of Newborn Calves with Tropical Theileriosis. *Biological Trace Element Research*.

RAMÍREZ, J. L., QUIRIAGUA, A., RODRÍGUEZ, T., Y TORRES, Y. 2008. Evaluación del peso vivo estimado con el uso de medidas corporales de becerros de doble propósito. *Revista Científica UDO Agrícola* 8(1), 132-137.

RAUBA, J., HEINS, B. J., CHESTER-JONES, H., DIAZ, H. L., ZIEGLER, D., LINN, J., Y BROADWATER, N. 2018. Relationships between protein and energy consumed from milk replacer and starter and calf growth and first-lactation production of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*.

REYES, R. A. 2019. Morbilidad de diarreas en becerras lecheras y su efecto en su desarrollo. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, Torreón, Coahuila, México.

RINK, L. 2000. Zinc and the immune system. *Proceedings of the Nutrition Society*, 59, 541-552.

RIZZO, G., Y LAGANÀ, A. S. 2020. *Molecular Nutrition*. Elsevier; Amsterdam, The Netherlands: A review of vitamin B₁₂, 105-129.

SCOTT, K., KELTON, D. F., DUFFIELD, T. F., Y RENAUD, D. L. 2019. Risk factors identified on arrival associated with morbidity and mortality at a grain-fed veal facility: A prospective, single-cohort study. *Journal of dairy science*, 102(10), 9224-9235.

SOBERON, F., RAFFRENATO, E., EVERETT, R. W., Y VAN AMBURGH, M. E. 2012. Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 95(2).

STEELE, M. A., DOELMAN, J. H., LEAL, L. N., SOBERON, F., CARSON, M., Y METCALF, J. A. 2017. Abrupt weaning reduces postweaning growth and is associated with alterations in gastrointestinal markers of development in dairy calves fed an elevated plane of nutrition during the preweaning period. *Journal of Dairy Science*, 100(7), 5390-5399.

TEIXEIRA, A. G. V., LIMA, F. S., BICALHO, M. L. S., KUSSLER, A., LIMA, S. F., FELIPPE, M. J., Y BICALHO, R. C. 2014. Effect of an injectable trace mineral supplement containing selenium, copper, zinc, and manganese on immunity, health, and growth of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 97(7), 4216-4226.

URIE, N. J., LOMBARD, J. E., SHIVLEY, C. B., KOPRAL, C. A., ADAMS, A. E., EARLEYWINE, T. J., 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. *Journal of Dairy Science*.

VAN AMBURGH, M. E., SOBERON, F., LOPEZ, D.J., KARSZES, J. Y., Y EVERETT, R.W. 2014. Early Life Nutrition and Management Impacts Long-Term Productivity of Calves. *Proceedings 50th Florida Dairy Production Conference*, Gainesville.

WARNICK, L.D., ERB, H.N., Y WHITE, M.E. 1994. The association of calfhoo morbidity with first calving age and dystocia in New York Holstein herds. *Kenya Vet.* 18, 177–179.

WATANABE, T., KIRON, V., Y SATOH, S. 1997. Trace minerals in fish nutrition. *Aquaculture*, 151(1-4), 185-207.

WUDU, T., KELAY, B., MEKONNEN, H. M., Y TESFU, K. 2007. Calf morbidity and mortality in smallholder dairy farms in Ada'a Liben district of Oromia, Ethiopia. *Tropical Animal Health and Production*, 40(5).