

Vitaminas esenciales en la reproducción y el sistema inmune en el ganado bovino: una revisión

Essential vitamins in reproduction and the immune system in cattle: A review

JUAN JOSÉ GABANZO RIVERA, Est MVZ
Universidad Cooperativa de Colombia
Juan.gabanzor@campusucc.edu.co

Resumen

Las vitaminas son micronutrientes indispensables para el buen funcionamiento del organismo y el mantenimiento del homeostasis celular; su uso radica en prevenir problemas de enfermedades que pueden ocurrir en una producción animal fácilmente. La vitamina A y E también llamadas antioxidantes, se encuentran disponibles en forma activa como α tocopherol y β caroteno; estas vitaminas suplementadas en bovinos pueden causar impactos positivos en el sistema inmune y reproductivo, reducir las tasas de estrés oxidativo que se produce en tiempos de escasez de nutrientes y ayudar a prevenir los inconvenientes comunes en una producción ganadera, como por ejemplo presentaciones de mastitis, problemas pre y post parto y ganancia de peso en terneros que presenten problemas patológicos a causa de factores de inmunodeficiencia. En esta revisión se tocarán temas claves del uso de las vitaminas A y E, su asociación en calidad de alimento de acuerdo a su etapa productiva, condiciones de hábitat y deficiencias de vitamina A y vitamina E en forrajes.

Palabras claves: Antioxidante, bovinos, estrés oxidativo, vitamina A, vitamina E.



Abstract

Vitamins are essential micronutrients for the proper functioning of the organism and to maintain cellular homeostasis; its use lies in preventing disease problems, which can occur in an animal production easily. Vitamin A and E, also called antioxidants, are available in active form such as α tocopherol and β carotene; these vitamins supplemented in bovines can cause positive impacts on the immune and reproductive system, reduce the rates of oxidative stress that occurs in times of nutrient shortage and help prevent common problems in a livestock production, such as presentations of mastitis, pre and post-partum problems and weight gain in calves that present pathological problems due to immunodeficiency factors. In this review, key topics of the use of vitamins A and E will be discussed, their association as food according to their productive stage, habitat conditions and deficiencies of vitamin A and vitamin E in forages.

Key words: antioxidant, bovine, oxidative stress, vitamin A, vitamin E.

INTRODUCCIÓN

La producción bovina depende en gran parte de la gestión que se realice en mantener el sistema inmunológico saludable, como los niveles adecuados de vitaminas para así garantizar una reproducción eficiente.

Las vitaminas se clasifican de acuerdo a su solubilidad en hidrosolubles y liposolubles. Las liposolubles (A, D, E y K); están formadas únicamente de carbono, hidrógeno y oxígeno, mientras que las hidrosolubles; poseen además nitrógeno, azufre o cobalto, exceptuando la vitamina C e inositol (Apaza Paucara, 2011). Como resultado de la síntesis microbiana, los rumiantes adultos aparentemente no requieren de suplementación de este grupo de vitaminas liposolubles (A, D, E y K); sin embargo, pueden sufrir diferentes tipos de alteraciones nutricionales que pueden afectar directamente la salud del animal (Granados, 2015)

Una de las moléculas relacionadas con el daño; es el oxígeno, ya que a pesar de ser considerado la molécula imprescindible para la vida, dada su alta reactividad, se conoce que lo que se creía positivo para los organismo vivos, también en condiciones de estrés es un elemento tóxico, dando origen a especies reactivas de oxígeno (ERO) (Marotte & Noem, 2013). Con objeto de contrarrestar tal circunstancia, la naturaleza ha desarrollado sistemas de control, los sistemas antioxidantes, que neutralizan los cambios producidos por el oxígeno y otras sustancias a escala celular (castillo et al 2011).

Las especies reactivas de oxígeno son moléculas que se forman a partir del oxígeno en un estado mas reactivo como por ejemplo: el superóxido (O_2^-), el hidroxilo (OH) y el peróxido de hidrógeno, así como los oxiradicales. (Corrales, María, & Ariza, 2012) como se muestra en la figura 1

Transporte mitocondrial como generador de ERO (especies reactivas de oxígeno)

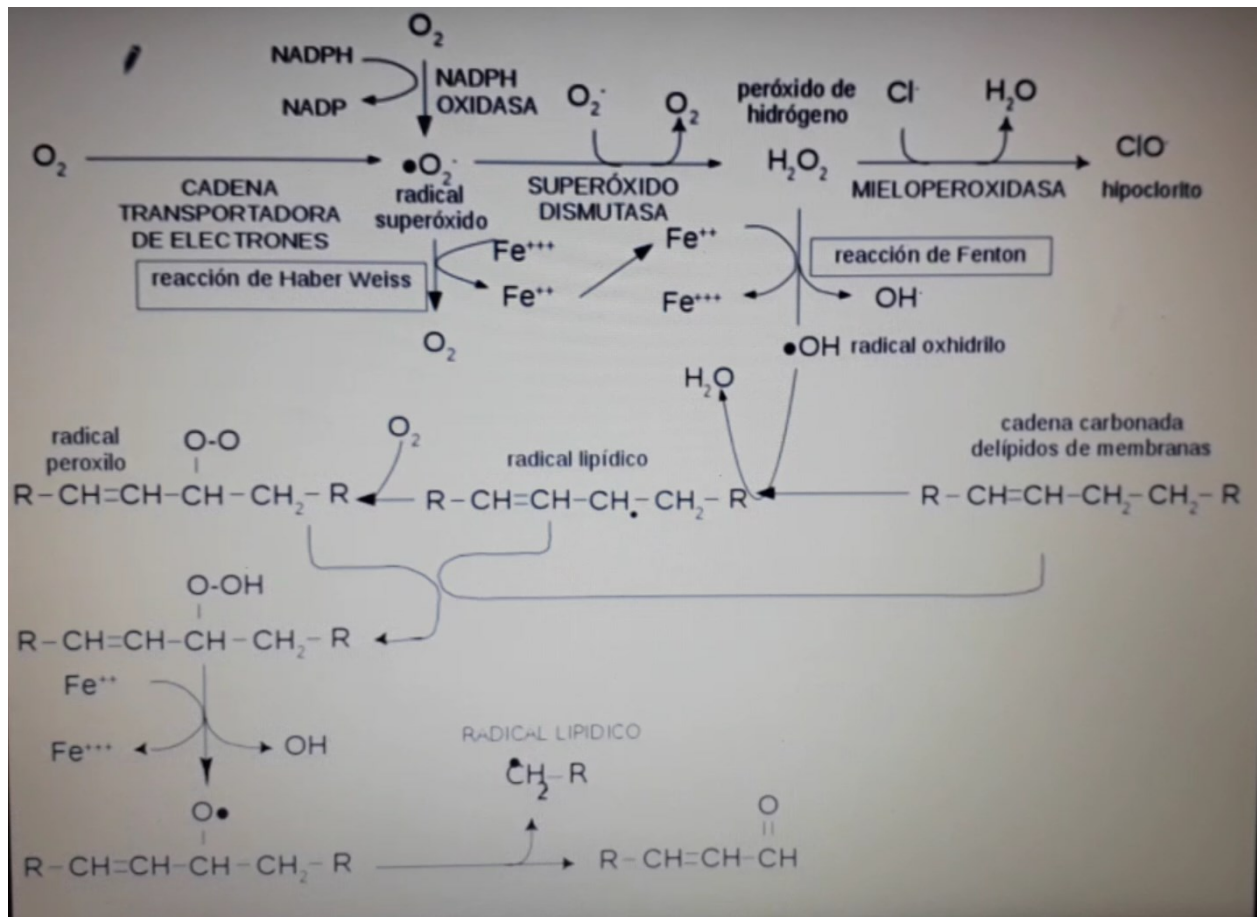


Figura 1

Imagen Acta bioquímica clínica latinoamericana; diciembre 2013

Mejorar la función antioxidante e inmune, es una medida importante para la salud de las hembras bovinas y la calidad de la leche *Jim et al* (2014). Para garantizar la prevención de múltiples enfermedades en las fases productivas del ganado, se deben tener en cuenta la producción de radicales libres por estrés. El empleo del término “Estrés Oxidativo”, radica de los numerosos estudios realizados sobre la base de la importancia de los suplementos vitamínico- A y E, para prevenir ciertas patologías metabólicas, o la incidencia de las mastitis (castillo et al 2011).

El β caroteno, es el precursor natural de la vitamina A (retinol) en los rumiantes; varios estudios han demostrado la importancia del β caroteno, en sí mismo, en la reproducción, la salud en la vaca y la del ternero (Mogensen et al, 2012). También es conocida por sus efectos sobre la visión, el crecimiento celular normal, las células epiteliales y su importancia para el buen funcionamiento del organismo. La vitamina A es necesaria para el mantenimiento del metabolismo fisiológico animal normal; la deficiencia de vitamina A puede producir ceguera nocturna, piel seca y áspera, pérdida de apetito, pérdida de peso, diarrea y ojos secos (Aktas et al 2011).

La vitamina E, conocida como una de las vitaminas antioxidantes, tiene como su principal acción proteger las membranas celulares; para evitar el deterioro que se da por las especies reactivas de oxígeno (EROS), que pueden resultar tóxicos para las células y en algunas ocasiones cancerígenos (Udaondo, 2012). El estrés oxidativo, tiene una estrecha relación con el proceso degenerativo de células y con ello la producción o desencadenamiento de múltiples procesos y síndromes patológicos (Breibart *et al*, 2011). El estrés oxidativo puede estar presente en los procesos metabólicos normales para la obtención de energía, por este motivo es importante que el organismo, tengan las suficientes capas protectoras, con antioxidantes presentes en las células, para reducir al máximo los daños causados por especies reactivas de oxígeno (estrés oxidativo). (Morgan M, 2012).

Sistema Inmune

El sistema inmune, en periodo de gestación o lactancia se ve fuertemente afectado, debido a los cambios fisiológicos que se presentan en fase de parto y post parto; ayudando así a una pérdida de gran variedad de nutrientes, entre esos las vitaminas; parte importante para el equilibrio y correcto funcionamiento en el organismo de la hembra bovina durante esta etapa productiva (Jin, Luyan et al, 2014).

La resistencia inmune efectiva contra las infecciones, es fundamental para el desarrollo y buen funcionamiento del organismo, y en conjunto es la clave para el buen rendimiento de un animal en cualquier estado o fase de producción (G. Zhang et al, 2016)

Algunos de estos pueden ser efectivos contra diversos invasores, otros sólo pueden destruir ciertos organismos específicos; algunos actúan en la superficie del cuerpo para excluir a los invasores; otros actúan profundamente dentro del cuerpo, para destruir los microorganismos que han violado las defensas exteriores (Campos, 2014).

Vitamina A y E

La suplementación con vitamina A (β -caroteno), en las dietas de las hembras bovinas, puede ser importante en cualquier fase de producción especialmente para la producción y calidad de la leche o en algún estado de susceptibilidad frente a cualquier agente infeccioso (Lean, Saun, & DeGaris, 2013).

La vitamina A, es altamente degradada en el rumen, así mismo, se estima que solo el 33% del total agregado a la dieta llega al intestino y de ésta el 90% es absorbida, por lo tanto, solo el 30% del total de la vitamina consumida es metabolizada (Godínez-Juárez et al., 2017).

Los Betas Carotenos, también pueden actuar de forma independiente como un eliminador de radicales de oxígeno; donde se incorpora en las membranas celulares (Enriquez, 2017), además, diferentes estudios demuestran que mejora la función inmune (Kaewlamun et al., 2011). Como se dijo anteriormente, el β caroteno se absorbe intacto o se metaboliza en la mucosa intestinal, se transporta con grasa en el sistema linfático y se almacena temporalmente en el hígado (Mogensen et al., 2012), asimismo, al ser un precursor de la vitamina A, el β -caroteno puede jugar un papel importante en la eficiencia reproductiva en las vacas.

Por otra parte, la vitamina E, es un potente antioxidante soluble en lípidos de los sistemas biológicos, que tienen la capacidad de actuar directamente en los radicales libres, por lo tanto, previene el daño oxidativo de los tejidos adiposos blancos responsables de la producción de leptina. (Tagliapietra, Cattani, Hansen, Bittante, & Schiavon, 2013).

La leptina, es la hormona del adipocito que actúa como un adipostato regulando el apetito y el consumo energético. De manera experimental, se descubrió que modula el apetito en el cerebro, y periféricamente se correlaciona con la cantidad

de tejido graso, por lo que interviene en el proceso metabólico (Manuel, Zárate, & Hernández-Valencia, 2012).

Se ha demostrado, que el funcionamiento del sistema hipofisario-tiroideo se ralentiza en animales alimentados con dietas bajas, que contienen tocoferol durante un largo período de tiempo (Ferrinho et al., 2018). Por lo tanto, la administración o suplementación de vitamina A y E; podrían prevenir el estrés oxidativo inducido por diversos factores estresantes en los animales, conllevando a inmunosupresión.

Cabe resaltar, que aun cuando se le incluye en el grupo de las vitaminas liposolubles, la vitamina E, presenta pocos efectos tóxicos en dosis elevadas, que podría causar en animales debilidad muscular, letargia y diarrea (Gonzales et al, 2013).

Sistema Reproductivo

En la mayoría de las producciones ganaderas, ya sea de producción cárnica, lechera o doble propósito; su enfoque va en realizar reproducción de las hembras bovinas, para así, lograr generar productos y recursos que ayuden a la sostenibilidad y rentabilidad de las granjas, por ejemplo, en ganaderías lecheras.

Teóricamente, una vaca debería producir una cría por año; esto depende de factores internos como la genética del animal y de factores externos como el manejo sanitario, manejo reproductivo y en este caso lo que nos interesa, el manejo nutricional, que se esté dando en cada etapa productiva.

La vaca lechera, se intenta llevar a su pico máximo de producción, fundamentalmente, por sus buenas características reproductivas y por los productos que se pueden obtener, es decir, regularidad en los partos (buena fertilidad) y elevada producción lechera. (Fernández, 2012).

El grado de fertilidad, se inicia durante la pubertad y se mantiene durante varios años declinándose con la edad (Sandoval Retana, 2015).

El mayor impacto negativo del estrés térmico, sobre la tasa de concepción ocurre en el período de 21 días antes de la reproducción (De Rensis, Lopez-Gatius, García-Ispuerto, Morini, & Scaramuzzi, 2017)

Alteraciones relacionadas con la deficiencia de Vitamina A y E

La suplementación con vitamina A; tiene poco riesgo de toxicidad, mientras que su deficiencia puede retrasar la aparición del primer celo, inducir celos silenciosos,

aumentar el número de quistes ováricos, producción de abortos, muertes embrionarias y terneros débiles al nacimiento (Santini, 2014).

Así mismo, en el ciclo estral del β -caroteno de baja circulación, se ha asociado con estro prolongado, retraso de la ovulación, reducción de la intensidad de los signos del estro, baja tasa de concepción y bajas concentraciones de progesterona. (Höjer et al., 2012).

La mayoría de las materias primas utilizadas para alimentar a las vacas lecheras; son fuentes muy pobres de β -caroteno y se ha demostrado que las concentraciones plasmáticas de β caroteno, disminuyen en las vacas lecheras durante el período preparto (Rizzo et al., 2013) o al final de la gestación, como consecuencia de su transferencia al calostro o la ingesta decreciente (Jenkins & Harvatine, 2014).

La transferencia de vitamina A y β -caroteno al calostro y su ingesta poco después del nacimiento; son fundamentales para proporcionar nutrientes adecuados al recién nacido (Leno et al., 2018).

El estado de la vitamina E, medido por la concentración de α -tocoferol en suero, se ha relacionado con el riesgo de mastitis y retención de membranas fetales y también está relacionada con días abiertos (van Saun & Sniffen, 2014).

Suplementación de las vitaminas antioxidantes

La suplementación con vitamina E, en este caso, puede jugar un papel importante en el periodo de días abiertos, puede reducir el oxígeno reactivo y la producción de metabolitos, lo cual ayuda a reducciones de estrés oxidativo y las concentraciones de cortisol (Khatti et al., 2017).

Según (Jin et al., en el año 2014) encontró que suplementar vitamina A con 220 UI de VA (vitamina A) / kg de peso corporal, puede promover el contenido de VA en la leche, las funciones inmunes y las funciones antioxidantes de las vacas lecheras, no obstante, (Bauer, Rush, & Rasby, 2011) recomienda, que para animales en sistema intensivo requieren 350 UI de Vitamina A/kg de peso corporal, para ayudar a prevenir los déficit que puede presentar el animal.

En comparación con la vitamina E, (Aktas et al., 2011) en un estudio de vacas Holstein, reportan que esta vitamina ayuda a prevenir la peroxidación lipídica y el estrés oxidativo, en situaciones de deficiencias nutricionales en la dieta

suministrada. Las dos vitaminas tienen propiedades iguales en cuanto a funciones oxidativas.

Según (C.gonzales 2012) recomienda, que para evitar problemas parasitarios en bovinos; se debe suplementar con vitamina E, todos los animales en las dosis recomendadas, que es suplementación oral con D- α -tocopherol a 10 UI/ kg de peso corporal.

La dieta administrada en vacas lechereas; basada en henos y forrajes no es suficiente y necesitan suplementación de β carotenos según (Enriquez, 2017) por que los nutrientes que obtienen no son los suficientes para suplir todas sus necesidades. (Santamaria, 2014) en su estudio dice que la suplementación con β -caroteno debe tener en cuenta que las raciones contengan más de 15 mg β -caroteno por kg MS, o aportar 18 mg β -caroteno por kg de PV. Sin embargo, la recomendación más sencilla sería la de suplementar 200-400 mg/animal/día, 30 días antes de la fecha de parto, hasta 60 días postparto, sin embargo, (Alexander, Allen, & Bindoff, 2013) la cantidad suplementada depende si el nivel plasmático se considera escaso o deficiente y podría trabajarse a una dosis entre 300 a 500 mg/vaca/día.

Un estudio hecho por (Chandra, et al. 2018) en vacas de Raza Sahiwal; recomienda la suplementación con una combinación de 60 mg de Zn / kg / vaca y 1000 UI de vitamina E / vaca / d. para reducir el estrés negativo que se ejerce en hembras gestantes en la fase de preparto.

En un estudio hecho por (Krueger et al, 2016) recomienda proporcionar calostro a terneros jóvenes para proporcionar protección humoral pasiva y en conjunto con vitaminas A y E, puede fortalecer el sistema inmune para mejorar la susceptibilidad a agentes infecciosos.

Para (Goodier et al., 2012), en un estudio sobre la administración de vitamina E y lasalocid (medicamento antibacteriano), en terneros durante 8 semanas con problemas de coccidiosis, afirmaron que lasalocid fue eficaz para disminuir la gravedad de la coccidiosis, pero la vitamina E sola sin lasalocid no hizo efectos para la coccidiosis; por lo que concluyeron, que existió una interacción entre estas dos para el crecimiento y peso corporal, sin embargo, el uso de vitamina E sola, sólo estuvo relacionada con el aumento los niveles de igM a las 8 semana.

Según (Salinas-Chavira *et al.*, 2014), en un estudio en el cual evaluaron la suplementación de vitamina A y E en terneros de raza Holstein, para medir rendimiento del crecimiento, energía y concentraciones en plasma de tocoferol, encontraron que la suplementación de vitaminas puede mejorar la ganancia de peso diaria y la ingesta de materia seca.

Conclusiones

La vitamina A y E, tienen propiedades importantes para contrarrestar el estrés oxidativo, en el caso de hembras bovinas gestantes, evitando la manifestación del cortisol y por consiguiente problemas de aborto en un hato ganadero.

Tienen gran importancia para la alimentación de crías recién nacidas, complementando los requerimientos para el buen funcionamiento del sistema inmune.

Naturalmente, existen propiedades de vitaminas A y E en la alimentación cotidiana de los bovinos o en general de los rumiantes, como en forrajes y pastos. Se encontraran pastajes en mayor concentración de vitamina que otros, esto puede depender del tipo de pasto que se esté sembrando de acuerdo al terreno y al ambiente donde se encuentre ubicado, ya sea trópico bajo, medio o alto.

La vitamina A, puede ser una de las más necesarias e indispensable; ayuda al crecimiento, al buen desarrollo de los sistemas más importantes como por ejemplo: sistema reproductivo y sistema inmunológico.

Esta Vitamina A no existe como tal, tiene que sufrir cambios y procesos para obtenerla. Las plantas poseen sus precursores para poder ser producida en el cuerpo.

La vitamina E, no se encuentra en grandes cantidades de reserva en el organismo, su estado natural o como se encuentra en forrajes es en tocoferol, también se puede encontrar en hígado y en algunos otros tejidos. Esta vitamina cumple varias funciones entre una de ellas, la función como antioxidante celular y la formación estructural de diferentes células. La deficiencia de la vitamina E, puede causar retraso en el crecimiento y problemas para el funcionamiento muscular.

Cuando se tengan sospechas o síntomas de deficiencias nutricionales, especialmente de las vitaminas A y E en la producción ganadera, se debe suplementar para equilibrar este déficit que se está presentando; para así evitar que se generen problemas o retrasos en la producción lechera, que afectarán tanto la obtención de productos, como la obtención de bienes y recursos. Se puede suplementar de forma inyectada, con las dosis recomendadas para cada animal o también, adicionando vitaminas en las dietas que se le estén suministrando a los animales, de acuerdo a sus exigencias productivas.

Los signos de deficiencia nutricional con vitamina A y E, se pueden presentar en un hato de ganado de leche fácilmente, como por ejemplo, cuando hay escasez de alimento en los potreros, a causa de inundaciones o sequías por tiempos prolongados, donde los pastos no logran estar con las condiciones óptimas para ser alimento completo y nutritivo para nuestros animales.

Referencias

1. McGrath; Joseph; Duval, Stéphane M; Tamassia; Luis F.M; Kindermann; Maik, Stemmler; René T; de Gouvea, Vinicius N; Acedo; Tiago S; Immig; Irmgard; Williams; y Scot N. (2017). Nutritional strategies in ruminants: A lifetime approach, *Research in Veterinary Science*, 116, 28-39.
2. McFarland, Dan F, Tyson, John T, van Saun, Robert J. (2014). Nonnutritional Factors Influencing Response to the Nutritional Program, *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*.
3. Duplessis, M; Girard, C. L; Santschi D. E; Lefebvre, D. M; Pellerin; y D. Milk (2014). Production and composition, and body measurements of dairy cows receiving intramuscular injections of folic acid and vitamin B-12 in commercial dairy herds, *Livestock Science*, 167, 186-194.
4. Khatti; Amit; Mehrotra; Sanjeev; Patel; Pankaj Kumar; Singh; Gyanendra; Maurya; Vijai; Prakash; Mahla; Ajit Singh; Chaudhari; Ravjibhai Karshanbhai; Das; Gautam Kumar; Singh; Mithilesh; Sarkar; MihirKumar; Harendra; Krishnaswamy; y Narayanan. (2017). Supplementation of vitamin E, selenium and increased energy allowance mitigates the transition stress and improves postpartum reproductive performance in the crossbred cow, *Theriogenology*, 104, 142-148.
5. Tagliapietra; Franco; Cattani; Mirko; Hansen; Hanne H; Bittante; Giovanni; Schiavon; y Stefano. (2013). High doses of vitamin E and vitamin C influence in vitro rumen microbial activity, *Animal Feed Science and Technology*, 183, 210-214.
6. Kaewlamun; W, Okouyi; M, Humblot; P, Techakumphu; M, Ponter; y A. A. Does. (2011) supplementing dairy cows with β -carotene during the dry period affect postpartum ovarian activity, progesterone, and cervical and uterine involution? *Theriogenology*, 75, 142-148.
7. Höjer, A; Adler, S; Martinsson, K; Jensen, S. K; Steinshamn, H; Thuen, E; y Gustavsson, A. (2012). Effect of legume-grass silages and α -tocopherol supplementation on fatty acid composition and α -tocopherol, B-carotene and retinol concentrations in organically produced bovine milk, *Livestock Science*, 148, 268-281.

8. De Rensis, F; Lopez-Gatius, F; García-Ispuerto, I; Morini, G; y Scaramuzzi, R. J. (2017). Causes of declining fertility in dairy cows during the warm season, *Theriogenology*, 91, 145-153.
9. Lean, Ian J; Saun; Robert Van; y DeGaris, Peter J. (2013). Mineral and antioxidant management of transition dairy cows, *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 29, 367-386.
10. Kaewlamun, W; Okouyi, M; Humblot, P; Remy, D; Techakumphu, M; Duvaux-Ponter, C; y Ponter, A. A. (2011). The influence of a supplement of β -carotene given during the dry period to dairy cows on colostrum quality, and β -carotene status, metabolites and hormones in newborn calves, *Animal Feed Science and Technology*, 165, 31-37.
11. Mogensen, Lisbeth; Kristensen, Troels; Søgaard, Karen; Jensen, Søren K; y Sehested, Jakob. (2012). Alfa-tocopherol and beta-carotene in roughages and milk in organic dairy herds, *Livestock Science*, 145, 44-54.
12. Tsai, C. Y; Rezamand, P; Loucks, W. I; Scholte, C. M; y Doumit, M. E. (2017). The effect of dietary fat on fatty acid composition, gene expression and vitamin status in pre-ruminant calves, *Animal Feed Science and Technology*, 229, 32-42.
13. De Wolf, B. M; Zajac, A. M; Hoffer, K. A; Sartini, B. L; Bowdridge, S; LaRoith, T; Petersson, K. H. (2014). The effect of vitamin E supplementation on an experimental *Haemonchus contortus* infection in lambs, *Veterinary Parasitology*, 205, 140–149.
14. Ferrinho, Adrielle M; Nassu, Renata T; Aldai, Noelia; Bravo-Lamas, Leire; Furlan, Máisa L.N; Toda, Beatriz M; Utembergue, Bruno L; Rezende, Romulo G; Mueller, Lenise F.; Furlan, Joyce J.M; Zanata, Mariana; Baldi, Fernando; y Pereira, Angélica S.C. (2018). Whole cottonseed, vitamin E and finishing period affect the fatty acid profile and sensory traits of meat products from Nellore cattle, *Meat Science*, 138, 15-22.
15. Rizzo, A; Pantaleo, M; Mutinati, M; Minoia, G; Trisolini, C; Ceci, E. (2013). Blood and milk oxidative status after administration of different antioxidants during early postpartum in dairy cows, *Research in Veterinary Science*, 95, 1171-1174.

16. Barbato, Olimpia; Chiaradia, Elisabetta; Barile, Vittoria Lucia; Pierri, Francesca Melo de Sousa, Noelita; Terracina, Luigi; Canali, Claudio; y Avellini, Luca. (2017). Corrigendum to “Investigation into omocysteine, vitamin E and malondialdehyde as indicators of successful artificial insemination in synchronized buffalo cows (*Bubalus bubalis*).” *Research in Veterinary Science*, 114, 526.
17. Juárez, Manuel; Dugan, Michael E.R; Aalhus, Jennifer L; Aldai, Noelia; Basarab, John A; Baron, Vern S; y McAllister, Tim A. (2011). Effects of vitamin E and flaxseed on rumen-derived fatty acid intermediates in beef intramuscular fat, *Meat Science*, 88, 434-440.
18. Campos-Granados; y Carlos M. (2015). El Impacto de los Micronutrientes en la inmunidad de los animales, *Nutrición Animal Tropical*, 9, 1-23.
19. González, R; Blardony, K; Ramos, J; Ramírez, B; Sosa, R; y Gaona, M. (2013). Rentabilidad de la producción de carne de ovinos Katahdin x Pelibuey con tres tipos de alimentación Meat production profitability of Katahdin x Pelibuey sheep in three feeding system 17, 135-148.
20. Roseiro, L. C; Santos, C; Gonçalves, H; Moniz, C; Afonso, I; Tavares, M; y da Ponte, D. J.B. (2014). Concentration of antioxidants in two muscles of mature dairy cows from Azores, *Meat Science*, 96, 870-875.
21. Steinwidder, A; Horn, M; Pfister, R; Rohrer, H; Gasteiner, J. (2015). Close relationship between pre- and post-calving reticuloruminal pH levels in dairy cows, *Livestock Science*, 178, 177-182.
22. Jin, Lu; Yan, Sumei; Shi, Binlin; Bao, Hongyun; Gong, Jian; Guo, Xiaoyu; y Li, Junliang. (2014). Effects of vitamin A on the milk performance, antioxidant functions and immune functions of dairy cows, *Animal Feed Science and Technology*, 192, 15-2
23. Leno, B.M; Neves, R.C; Louge, I.M; Curler, M.D; Thomas, M.J; Overton, T.R; McArt, J.A.A. (2018). Differential effects of a single dose of oral calcium based on postpartum plasma calcium concentration in Holstein cows, *Journal of Dairy Science*, 101, 3285-3302.
24. Yoshimura, E. H; Santos, N. W; Machado, E; Agostinho, B. C; Pereira, L. M; de Aguiar, S. C; Franzolin, R; Gasparino, E; dos Santos, G. T; y Zeoula, L. M. (2018). Effects of dairy cow diets supplied with flaxseed oil and propolis extract, with or

without vitamin E, on the ruminal microbiota, biohydrogenation, and digestion, *Animal Feed Science and Technology*, 241, 163-172.

25. Schäfers, S; von Soosten, D; Meyer, U; Drong, C; Frahm, J; Tröscher, A; Pelletier, W; Sauerwein, H; y Dänicke, S. (2017). Influence of conjugated linoleic acids and vitamin E on biochemical, hematological, and immunological variables of dairy cows during the transition, *period, Journal of Dairy Science*, 101, 1585-1600.
26. Chandra, Gulab; Aggarwal, Anjali; Kumar, Muneendra; y Singh, Anil Kumar. (2018). Effect of zinc and vitamin E supplementation on hormones and blood biochemicals in peri-partum Sahiwal cows, *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 1-9.
27. Logue, David N; Mayne, C. Sinclair. (2014). Welfare-positive management and nutrition for the dairy herd: A European perspective, *Veterinary Journal*, 199, 31-38.
28. Aktas, Mustafa Sinan; Ozkanlar, Seckin; Karakoc, Akar; Akcay, Fatih; y Ozkanlar, Yunusemre. (2011). Efficacy of vitamin E+selenium and vitamin A+D+E combinations on oxidative stress induced by long-term transportation in Holstein dairy cows, *Livestock Science*, 141, 76-79.
29. Goodier, G.E; Williams, J.C; O'Reilly, K.L; Snider, T.G; Stanley, C.C; Dolejsiova, A.H; y Williams, C.C. (2012). Effects of supplemental vitamin E and lasaacid on growth and immune responses of calves challenged with *Eimeria bovis*, *The Professional Animal Scientist*, 28, 97-107.
30. Krueger, L.A; Reinhardt, T.A; Beitz, D.C; Stuart, R.L; y Stabel, J.R. (2016). Effects of fractionated colostrum replacer and vitamins A, D, and E on haptoglobin and clinical health in neonatal Holstein calves challenged with *Mycobacterium avium* ssp. *Paratuberculosis*, *Journal of Dairy Science*, 99, 2884-2895.