

2018

Programación fetal y nutrición temprana en terneras: impactos en el metabolismo y la producción de leche

Nicolas Torres Diez

Universidad de La Salle, Bogotá, ntorres09@unisalle.edu.co

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia>



Part of the [Dairy Science Commons](#), and the [Other Nutrition Commons](#)

Citación recomendada

Torres Diez, N. (2018). Programación fetal y nutrición temprana en terneras: impactos en el metabolismo y la producción de leche. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/348>

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ciencias Agropecuarias at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Zootecnia by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Programación fetal y nutrición temprana en terneras: impactos en el metabolismo y la producción de leche

Nicolas Torres Diez¹ y Carolina Bespalhok Jacometo²

¹Estudiante de Zootecnia, Universidad de La Salle, Bogotá, D.C. ntorres09@unisalle.edu.co

²Zootecnista, MsC, PhD, Docente Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de La Salle, Bogotá, D.C. cbespalhok@unisalle.edu.co

Resumen y palabras clave

La programación fetal a través de la nutrición materna y la nutrición temprana de las terneras son herramientas con gran potencial para mejorar el desarrollo, la salud y producción del hato. Esta revisión de literatura pretende evidenciar los resultados de diferentes estrategias de alimentación utilizadas en la actualidad en vacas en gestación y terneras durante el pre destete y destete y sus efectos sobre el desempeño productivo y reproductivo de los animales.

Palabras clave: lactancia, nutrición, reproducción, sistema inmune.

Introducción

En la actualidad, los sistemas de producción de leche manejan tres modelos de producción, los cuales se caracterizan principalmente por el tipo de alimentación que se les brinda a los animales, que son el sistema estabulado (intensivo), semi estabulado (semi intensivo) y pastoreo (extensivo). El sistema estabulado se alimenta con raciones totalmente mezcladas (TMR, del inglés *total mixed ration*) que se balancean según los requerimientos nutricionales en las diferentes categorías animales; en el sistema semi estabulado se alimentan los animales con forrajes y suplementos energéticos o proteicos para reducir los costos de producción (comparado al sistema intensivo) y mantener la producción de leche por animal, por otro lado en el sistema de pastoreo los forrajes son la fuente principal de la dieta de los animales. Independiente del sistema manejado, es esencial garantizar una dieta que cubra la totalidad de requerimientos

diarios, considerando el peso vivo del animal, etapa fisiológica y fin productivo, con el objetivo de maximizar la respuesta productiva y reproductiva, sin olvidar el bienestar de los animales.

En los sistemas de producción de lechería especializada se sigue un manejo similar para la cría de las terneras, donde son separados de las madres pocas horas después del nacimiento. La alimentación (leche, lacto reemplazadores, concentrados, etc.) y las metodologías de manejo utilizadas para la alimentación de las terneras desde el primer día de vida son de vital importancia para lograr buenas ganancias de peso, un adecuado desarrollo reproductivo y un incremento en el consumo de materia seca durante el pre destete, estas estrategias permitirán a los animales mostrar su potencial productivo y reproductivo a partir de la primera lactancia hasta el final de su vida productiva (Drackley, 2008). El sistema de producción doble propósito y ceba mantiene las crías junto a la madre desde el nacimiento hasta los ocho meses aproximadamente, dependiendo del manejo de cada sistema, pero se continúa haciendo un ordeño asistido con cría.

En las primeras semanas de vida, la fisiología digestiva de las terneras es similar a la de un monogástrico, mientras que a partir del segundo mes de vida este ya debería funcionar igual que el sistema de un rumiante adulto (Heinrichs, 2007). Condiciones como brindar calostro durante las primeras seis horas de vida con cantidades superiores al 10% del peso vivo, dieta líquida de alta calidad, un manejo adecuado al destete y un consumo de materia seca elevado, podrá asegurar que las terneras tengan un desarrollo productivo, reproductivo e inmunológico adecuado para reemplazar a los animales que se encuentran en el final de la etapa productiva. El manejo de la vaca en el final de la gestación puede afectar la eficiencia de la transmisión pasiva de la inmunidad del calostro para el ternero, según lo reportado por Tao et al (2012) vacas expuestas a estrés calórico durante los últimos 45 días de gestación presentaron una reducción en el consumo de materia seca y menos producción de leche en las primeras 6 semanas de lactancia, los terneros presentaron menor peso al nacimiento y, a pesar de no afectar la concentración de inmunoglobulinas en el calostro, el estrés calórico de las madres afecto negativamente la transferencia pasiva de inmunidad, lo que probablemente esté relacionado con la capacidad de absorción intestinal.

Programación fetal

La programación fetal es un término que se empezó a utilizar en los humanos y debido al alcance que ha tenido se empezó a trabajar en diferentes investigaciones en animales domésticos como

conejos, ratas, ovejas y vacas, con la finalidad de observar cuales son los efectos de la nutrición durante etapas tempranas, intermedias y finales de la gestación sobre las crías y sus implicaciones a largo plazo sobre los parámetros productivos, reproductivos e inmunológicos. De esta forma Reyes & Carrocera (2015) definen la programación fetal en humanos como “un proceso de adaptación por el que la nutrición y otros factores ambientales alteran las vías de desarrollo durante el período de crecimiento prenatal, induciendo con ello cambios en el metabolismo postnatal y la susceptibilidad de los adultos a enfermedades crónicas” (p.100).

En la vaca o novilla, la adecuada nutrición, desde el momento en el que se confirma la gestación es esencial para asegurar que una cría pueda demostrar su potencial genético, no se debe incurrir restricción alimenticia ni en la sobre oferta de alimento, para evitar problemas post natales en las crías como bajo peso al nacimiento, bajo peso al destete, recuentos inferiores de oocitos disponibles, edad al primer servicio prolongada y hasta reducción en la capacidad de absorción a nivel gastrointestinal. Estudios indican que la restricción alimenticia en etapa temprana de gestación resultó en las crías un menor recuento de folículos antrales, comparado aquellos a los que sus madres no se les realizó la restricción alimenticia (Mossa, 2015). De la misma forma Du et al, (2010) dentro de la revisión que realizó concluye que con una nutrición adecuada desde la gestación temprana se pueden tener efectos positivos sobre las crías en cuanto a la formación de tejidos, crecimiento y desempeño productivo final de los animales.

El estado fisiológico de los animales es un factor importante a considerar, al observar el desempeño productivo durante la primera lactancia de terneras cuyas madres se encontraban en producción durante la confirmación de la preñez, hubo una tendencia hacia la disminución de la producción de kilogramos totales de leche durante la primera lactancia (18 Kg) y menor duración de la lactancia (23 días), en contraste a que aquellos animales que fueron concebidos por animales que no estaban lactando, esto pudo deberse a que los requerimientos nutricionales de las vacas en gestación y producción no fueron completamente cubiertos (González-Recio, 2012).

Se ha demostrado que la restricción nutricional de las vacas durante el periodo de gestación afecta de forma directa el desarrollo del feto (regulando su tamaño por la oferta de nutrientes, afectando el desarrollo reproductivo durante la formación de órganos) y que podrían presentarse ciertos inconvenientes con estos animales si se utilizan como futuras madres (incremento de la edad al primer parto, mayor número de servicios por concepción, menores ganancias de peso,

distocias y hasta infertilidad), debido al lento desarrollo fisiológico comparado con los animales cuyas madres no sufrieron de restricción nutricional (Funston, Larson, & Vonnahme, 2010; Long, Prado-Cooper, Krehbiel, DeSilva, & Wettemann, 2010; Summers, 2013). Los animales en el periodo de transición que fueron suplementados con dietas altas en ácido linoleico (0,187 g/kg) mostraron mejores resultados en su descendencia en cuanto a ganancia de peso e incremento en la talla durante el pre destete y el destete, estas crías fueron alimentadas con la misma dieta de ácido linoleico y permitió que llegara a la edad de servicio con un mayor peso lo que significó un mayor número de servicios para lograr la preñez, la nutrición materna y el manejo nutricional post natal permitió a los animales producir una mayor cantidad de kilogramos totales de leche producida por lactancia y kilogramos totales de grasa producida por lactancia, comparado con aquellos animales que tuvieron una suplementación baja de ácido linoleico (0,020 g/Kg) (Garcia et al., 2016).

En relación al sistema inmune, Osorio et al (2013) evaluaron como la energía de la dieta de vacas gestantes en periodo de transición (1,24 Mcal/Kg vs. 1,47 Mcal/Kg) puede afectar la eficiencia en la respuesta inmune de las crías; la calidad del calostro no se vio afectada por el nivel de energía de la dieta, al igual que la eficiencia de absorción aparente de las inmunoglobulinas, por otra parte encontraron que la actividad fagocítica de leucocitos polimorfonucleares fue mayor en las terneras de las madres alimentadas con la dieta de energía moderada. En este mismo sentido, la suplementación de vacas Holstein durante los últimos 30 días preparto con un mix de minerales orgánicos e inorgánicos alteró la respuesta inmune de los neonatos, reduciendo la intensidad de la respuesta inflamatoria, observado por la reducción en la expresión de genes pro inflamatorios en los neutrófilos (Jacometo et al, 2015).

Jacometo et al (2016) evaluaron el efecto de la suplementación con metionina protegida (0,08% MS/d) en la dieta de vacas Holstein durante las últimas 3 semanas de gestación. Al igual a lo reportado por Jacometo et al (2015) no hubo un impacto por parte de la dieta sobre la calidad del calostro y eficiencia de absorción intestinal de inmunoglobulinas, pero la suplementación demostró efectos importantes sobre funciones como gluconeogénesis, sensibilidad a insulina, respuesta inflamatoria y los receptores de glucocorticoides a nivel hepático, demostrando un desarrollo más rápido de estas rutas metabólicas, lo que puede beneficiar el animal en sus adaptaciones para la vida extrauterina.

Se ha demostrado que en aquellas vacas a las que se les realizó una restricción alimenticia con 9 Kg/vaca/día de heno y sin minerales durante el último tercio de gestación, presentaron crías con peso al nacimiento más bajo y con menores ganancias diarias de peso, por ende, se destetaron en un mayor tiempo con respecto a las vacas que fueron suplementados con magnesio y con alimento a voluntad, esto sucedió porque las madres llegaron al parto con hipomagnesemia y una condición corporal baja lo que provocó un balance negativo en los animales que generó abortos y partos distócicos, mostrando que durante el periodo de gestación es importante una correcta alimentación y manejo de los animales (Cseh, 2012).

Bach (2015) describe que la alimentación de las vacas gestantes es crítica para una correcta crianza de las hembras de remplazo del hato pero esto es complicado ya que las actuales tablas de requerimientos no contemplan la gestación temprana dentro de estos requerimientos (debido a que son muy bajos) y el no contemplar estos requerimientos podría generar problemas en el desempeño de la vaca, ya que durante este periodo se da la organogénesis y se demandan grandes cantidades de nutrientes y energía, por esta razón se le debe brindar una alimentación especial a la vaca durante el segundo y tercer tercio de gestación para garantizar la adecuada disponibilidad de nutrientes para el desarrollo del feto y mantener la producción de leche hasta el periodo de secado. Estudios que se llevaron a cabo por Café et al (2006) y Greenwood et al (2006) mostraron que las terneras que se sometieron a restricciones alimenticias durante sus primeros meses de desarrollo, no recuperaron el peso de forma adecuada por el crecimiento compensatorio antes de la pubertad, lo que representó una demora en el desarrollo de los animales y el ingreso de estos a la etapa productiva.

Nutrición post natal

Cuando se brinda una alimentación de calidad a las terneras, como un calostro de calidad, se puede asegurar la consolidación del sistema inmune que ayudara a combatir ciertas enfermedades a lo largo de la vida productiva del animal. Se clasifican a aquellos animales que no consumen el calostro como inmunodeficientes, lo que genera un excesivo costo en fármacos, retraso en el desarrollo fisiológico y en algunos casos hasta la muerte del animal por múltiples enfermedades (Miyazaki, Okada, & Miyazaki, 2017). La nutrición temprana en las terneras es esencial y se le debe dar un manejo especial teniendo en cuenta que no se debe realizar una

restricción alimenticia y tampoco se le debe dar una sobre oferta de alimento ya que podría tener un impacto negativo en el desempeño productivo, reproductivo e inmunológico de las terneras durante la primera lactancia (Drackley, 2005).

Uno de los primeros estudios realizados sobre el impacto de la nutrición temprana en aspectos productivos y reproductivos en las vacas lecheras demostró que un plan acelerado de nutrición, es decir una dieta con 3Mcal/Kg a partir de las 6 semanas de edad, redujo en 2 meses la edad al primer parto, pero sin efectos significativos en la producción de leche en la primera lactancia (Gardner, Smith, & Park, 1988). Lo investigado por Soberon & Van Amburghfil (2017) indican que aquellos animales que son alimentados con dietas altas en energía durante el periodo antes del destete tienden a tener una mejor respuesta en cuanto al desarrollo y crecimiento de los órganos como el hígado y la glándula mamaria, lo que demuestra la importancia alimentar de manera adecuada a las terneras durante el periodo de pre destete y el destete para obtener una buena producción de leche durante la vida del animal.

La calidad y proporción entre dieta líquida y sólida para las terneras presenta fuerte correlación con la ganancia de peso y consumo de materia seca durante el pre destete y destete donde, según investigaciones de Saegusa et al (2017) al incluir lactosa dentro de la dieta con niveles superiores al 10% se reduce el consumo de concentrado iniciador, aumenta el consumo del lacto emplazador y no hay variación significativa en la ganancia de peso durante el pre destete con respecto al tratamiento control y al tratamiento con una inclusión de menos del 10% de lactosa. En la investigación de Rincker et al (2011) encuentran que al alimentar las terneras con lacto reemplazadores y concentrados con altas cantidades de proteína (30,6% y 24,3% PC, respectivamente) se obtuvieron ganancias diarias de peso promedio de 0,64 Kg, aumentaron el consumo de lacto reemplazador durante las dos primeras semanas de vida, lo que debido a su alto contenido de carbohidratos rápidamente digestibles, permitió a los animales llegar 31 días antes a la pubertad y presentar una producción superior de 416 Kg de leche durante la primera lactancia en comparación a las terneras alimentadas de forma convencional. Stamey et al (2005) encontraron que al alimentar terneras con concentrados altos en proteína (25,5%) y lacto reemplazadores tradicionales (20% de proteína y 20% de grasa) podían tener un mejora evidente en el consumo de materia seca por día y en la ganancia diaria de peso de las terneras en el destete, mientras que aquellas terneras que fueron alimentadas con concentrados (25,5%) y lacto

reemplazadores de proteína alta (30,8%) tuvieron un consumo de proteína y materia seca superior a lo largo del estudio en comparación con los otros tratamientos, lo que se reflejó a partir de la semana 5 donde tuvieron semanalmente mejores ganancias de peso.

La suplementación con heno de avena antes del destete puede ser una alternativa interesante en la transición de dieta líquida a una dieta sólida, pues incrementa el consumo de materia seca y las ganancias de peso de los animales, pero sin efectos sobre la producción de leche en la primera lactancia (Castells, Bach, & Terre, 2015), aunque autores como Soberon et al (2012) afirmen que hasta un 22% de la producción en la primera lactancia depende del crecimiento antes del destete. Soberon et al (2012) encontraron que existe una fuerte relación en la ganancia diaria de peso de las terneras durante el pre destete y destete sobre la producción de leche durante la primera lactancia de los animales estudiados; a través de modelación estadística establecieron que para cada kilogramo de ganancia diaria de peso vivo las novillas producen 850 Kg más durante la primera lactancia, y que por cada mega caloría sobre el requerimiento para mantenimiento se podría obtener 235 Kg extras en la primera lactancia. Gelsinger et al (2016) indican que la respuesta sobre la producción de kilogramos de leche durante la primera lactancia está más relacionada el tipo de alimentación que se le brinda a las terneras durante el pre destete, aunque se encuentra una correlación positiva entre una ganancia diaria de peso superior a 0,5 Kg/día durante el pre destete y desempeño durante la primera lactancia del animal. Según Chester-Jones et al (2017) existe una relación directa entre la ganancia de peso y el peso corporal entre la semana 6 y 8 de vida de las terneras sobre el desempeño productivo en la lactancia, donde cada kilogramo de ganancia diaria de peso vivo durante la semana 6 y la semana 8 puede significar entre 544 y 579 Kg de leche adicionales en la primera lactancia. Raeth-Knigth (2009) encontraron que las terneras alimentadas con concentraciones altas de sólidos en el lacto reemplazador y con altas tasas de alimentación (número de veces que se alimenta en el día) tuvieron mejores resultados en la ganancia de peso en comparación con los tratamientos con lacto reemplazadores ácidos, no ácidos, alimentación intensiva con solidos altos y solidos bajos (5,8 kg de peso).

Conclusiones

El objetivo principal de la crianza de terneras es que sea a bajo costo, pero con el máximo beneficio a futuro, es por esta razón que muchos sistemas de producción de lecherías

especializada han optado por alimentar las terneras de manera eficiente con concentrados iniciadores, henos de calidad, leche o lacto reemplazadores y agua potable con el objetivo de acelerar el crecimiento de la ternera en una forma saludable y rentable.

Es importante resaltar que una adecuada nutrición temprana puede garantizar un mayor éxito productivo de los animales, demostrando efectos positivos sobre aspectos de crecimiento, sistema inmune, producción de leche, reproducción y metabolismo en general. Las estrategias nutricionales son las más variadas (energía, proteína, minerales, etc.) y mucho se ha evaluado en este campo de estudio, sin embargo, aún hay muchos espacios para investigar, considerando diferentes tiempos de suplementación, combinación de nutrientes y los efectos en la progenie a corto y largo plazo.

Bibliografía

- Bach, A. (2015). Nourishing and managing the dam and postnatal calf for optimal lactation, reproduction, and immunity. In (Vol. 90, pp. 1835-1845). Barcelona, Spain: Journal of Animal Science.
- Castells, L., Bach, A., & Terre, M. (2015). Short- and long-term effects of forage supplementation of calves during the preweaning period on performance, reproduction, and milk yield at first lactation. *Journal of Dairy Science*, 98(7), 4748-4753. doi:10.3168/jds.2014-9025
- Chester-Jones, H., Heins, B. J., Ziegler, D., Schimek, D., Schuling, S., Ziegler, B., . . . Broadwater, N. (2017). Relationships between early-life growth, intake, and birth season with first-lactation performance of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(5), 3697-3704. doi:10.3168/jds.2016-12229
- Cseh, S. B., Rodríguez, M.J., Sciotti, A. y Campero, C.M. (2012). The effect of magnesium supplements on several parameters cattle under nutritional restriction. In (Vol. 61, pp. 1-12). Argentina: Universidad de Córdoba.
- Drackley, J., K. (2005). Does Early Growth Affect Subsequent Health and Performance of Heifers? In (Vol. 17, pp. 189-205). United States: Advances in Dairy Technology.
- Drackley, J. K. (2008). Calf nutrition from birth to breeding. *Veterinary Clinics of North America-Food Animal Practice*, 24(1), 55-+. doi:10.1016/j.evfa.2008.01.001
- Du, M., Tong, J., Zhao, J., Underwood, K. R., Zhu, M., Ford, S. P., Nathanielsz, P. W. (2010). Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals. *Journal of Animal Science*, 88, E51-E60.
- Funston, R. N., Larson, D. M., & Vonnahme, K. A. (2010). Effects of maternal nutrition on conceptus growth and offspring performance: Implications for beef cattle production. *Journal of Animal Science*, 88, E205-E215. doi:10.2527/jas.2009-2351

- Garcia, M., Greco, L. F., Block, E., Santos, J. E. F., Thatcher, W. W., & Staples, C. R. (2016). Programming effect of dietary fatty acids on performance of Holstein heifers from birth through first lactation. *Animal Feed Science and Technology*, 222, 64-74. doi:10.1016/j.anifeedsci.2016.10.003
- Gardner, R. W., Smith, L. W., & Park, R. L. (1988). Feeding and Management of Dairy Heifers for Optimal Lifetime Productivity. *Journal of Dairy Science*, 71(4), 996-999. doi:https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79646-0
- Gelsinger, S. L., Heinrichs, A. J., & Jones, C. M. (2016). A meta-analysis of the effects of preweaned calf nutrition and growth on first-lactation performance. *Journal of Dairy Science*, 99(8), 6206-6214. doi:10.3168/jds.2015-10744
- González-Recio, O., Ugarte, E. & Bach, A. (2012). Trans-Generational Effect of Maternal Lactation during Pregnancy: A Holstein Cow Mode. In (pp. 1-7). Spain.
- Greenwood P. L., C. L. M., Hearnshaw H., Hennessy D. W., Thompson J. M., Morris S. G. (2006). Long-term consequences of birth weight and growth to weaning on carcass, yield and beef quality characteristics of Piedmontese- and Wagyu-sired cattle. In (Vol. 46). Australia: *Australian Journal of Experimental Agriculture*.
- Jacometo, C. B., Osorio, J. S., Soacha, M., Correa, M. N., Pcciolli-cappelli, F., Trevesi, E & Loor, J, J. (2015). Maternal consumption of organic trace minerals alters calf systemic and neutrophilic mRNA and microRNA indicator of inflammation and oxidative stress. *Journal of dairy science*, 98, 7717-7729.
- Jacometo, C. B., Zhou, Z., Luchini, D., Trevesi, E., Correa, M. N. & Loor, J, J. (2016). Maternal rumen-protected methionine supplementation and its effect on blood and liver biomarkers of energy metabolism, inflammation, and oxidative stress in neonatal Holstein calves. *Journal of dairy science*, 99, 6753-6763.
- Heinrichs, A., J. (2007). nutrición para optimizar la salud y rendimiento de las terneras de recría. In (pp. 125- 131).
- Long, N. M., Prado-Cooper, M. J., Krehbiel, C. R., DeSilva, U., & Wettemann, R. P. (2010). Effects of nutrient restriction of bovine dams during early gestation on postnatal growth, carcass and organ characteristics, and gene expression in adipose tissue and muscle. *Journal of Animal Science*, 88(10), 3251-3261. doi:10.2527/jas.2009-2512
- Miyazaki, T., Okada, K., & Miyazaki, M. (2017). Short communication: Neonatal calves coagulate first-milking colostrum and produce a large curd for efficient absorption of immunoglobulins after first ingestion. *Journal of Dairy Science*, 100(9), 7262-7270. doi:10.3168/jds.2017-12808
- Mossa, F., Walsh, S. W., Ireland, J. and Evans, A. (2015). Early nutritional programming and progeny performance: Is reproductive success already set at birth. In (Vol. 5, pp. 18-24): *Animal Frontiers Abstract*.
- Osorio, J. S., Trevesi, E., Bertoni, G., Drackley, J. K., & Loor, J, J. (2013). Effect of the level of maternal energy intake prepartum of immunometabolic markers, polymorphonuclear leukocyte function, and neutrophil gene network expression in neonatal Holstein heifer calves. *Journal of dairy science*, 96, 1-15.
- Reyes, R. B., & Carrocera, L. A. F. (2015). Programación metabólica fetal. *Perinatología y Reproducción Humana*, 29(3), 99-105. doi:https://doi.org/10.1016/j.rprh.2015.12.003
- Rincker, L. E. D., VandeHaar, M. J., Wolf, C. A., Liesman, J. S., Chapin, L. T., & Nielsen, M. S. W. (2011). Effect of intensified feeding of heifer calves on growth, pubertal age, calving

- age, milk yield, and economics. *Journal of Dairy Science*, 94(7), 3554-3567. doi:10.3168/jds.2010-3923
- Saegusa, A., Inouchi, K., Ueno, M., Inabu, Y., Koike, S., Sugino, T., & Oba, M. (2017). Effects of partial replacement of corn grain with lactose in calf starters on ruminal fermentation and growth performance. *Journal of Dairy Science*, 100(8), 6177-6186. doi:10.3168/jds.2017-12616
- Soberon, F., Raffrenato, E., Everett, R. W., & Van Amburgh, M. E. (2012). Prewaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 95(2), 783-793. doi:10.3168/jds.2011-4391
- Soberon, F., & Van Amburgh, M. E. (2017). Effects of preweaning nutrient intake in the developing mammary parenchymal tissue. *Journal of Dairy Science*, 100(6), 4996-5004. doi:10.3168/jds.2016-11826
- Stamey, J. A., McKeith, F. K., Guretzky, N. A. J., & Drackley, J. K. (2005). Influence of starter protein content on growth and body composition of dairy calves in an enhanced early nutrition program. *Journal of Animal Science*, 83, 254-254.
- Summers, A. F. y. F., R. N. (2013). FETAL PROGRAMMING: IMPLICATIONS FOR BEEF CATTLE PRODUCTION. In (pp. 1-13). United states: University of Nebraska.
- Tao, S., Monteiro, A. P. A., Thompson, I. M., Hayen, M. J., & Dahl, G. E. (2012). Effect of late-gestation maternal heat stress on growth and immune function of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 95(12), 7128-7136. doi:10.3168/jds.2012-5697