

**Influencia de la alimentación en el desempeño reproductivo del ganado bovino  
lechero en el trópico medio colombiano**

Ali Geovanni Ortega Infante

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela De Ciencias Agrícolas Pecuarias Y Del Medio Ambiente

Programa De Zootecnia

Bucaramanga

2022

**influencia de la alimentación en el desempeño reproductivo del ganado bovino  
lechero en el trópico medio colombiano**

Ali Geovanni Ortega Infante

Trabajo de grado, modalidad monografía, presentado como requisito para obtener el  
título de Zootecnista

Director

Horacio Rojas Cárdenas  
Zootecnista Esp. MSc.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela De Ciencias Agrícolas Pecuarias Y Del Medio Ambiente

Programa De Zootecnia

Bucaramanga

2022

## **Dedicatoria**

*A mi compañera de vida Yuri Xiomara Ramírez Delgado.*

## **Agradecimientos**

A mis padres por enseñarme ese gratitud y respeto al sector agropecuario.

Al Doctor Diego Forero y la Doctora María Alejandra Salcedo, por su motivación para que culminara mis estudios.

A la Fundación Ombrella por facilitar el acceso a la educación mediante los descuentos realizados.

A mi director Horacio Rojas Cárdenas por su orientación durante el desarrollo de este proyecto.

A los profesores de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por compartir sus conocimientos y permitir mi formación profesional.

## Tabla de contenido

Introducción	9
Justificación	11
Planteamiento del problema	13
Objetivos	15
Objetivo general	15
Objetivos específicos	15
Marco referencial	16
Marco conceptual	16
Marco Teórico	18
Aspectos hormonales del periodo postparto	18
Anestro postparto	19
Relación entre el balance energético negativo y el desempeño reproductivo	20
El balance energético negativo y el desarrollo embrionario	24
Relación de las hormonas metabólicas y la reproducción	25
Efecto del estrés térmico sobre la reproducción	27
Efecto de la alimentación sobre la reproducción en bovinos	28
Discusión	30
Conclusiones	36
Recomendaciones	38
Referencias bibliográficas	39

## Lista de figuras

- Figura 1. Relación de la etapa de lactancia con el consumo alimenticio, la condición corporal y la producción láctea 21
- Figura 2. Cascada de eventos metabólicos relacionados con la reproducción durante el inicio de la lactancia en vacas. (+) Flujo positivo. (-) Flujo negativo. 26
- Figura 3. Efecto del estrés sobre la liberación de GnRH, gonadotropinas y esteroides sexuales 27

## Resumen

El ganado lechero bovino en el trópico colombiano, enfrenta diversos factores adversos que pueden repercutir sobre la eficiencia económica en estos hatos. Esto afecta las vacas lecheras, principalmente en el periodo postparto, donde se presenta un mayor requerimiento energético. Debido a la incapacidad de las vacas de cumplir sus necesidades de energía en el periodo de transición se presenta un desbalance energético negativo que altera la ovulación y, por ende, la fertilidad de los animales, causando mayores días abiertos, menor tasa de concepción e inclusive mortalidad embrionaria. Esto se presenta porque un desbalance energético en el periodo postparto repercute negativamente sobre el eje hipotálamo-hipófisis afectando la liberación de la hormona liberadora de gonadotropina, disminuyendo o inhibiendo la hormona foliculoestimulante y esto causa anestro por descenso en la hormona luteinizante y retraso en la ovulación. Adicionalmente, los animales para como mecanismo compensatorio del déficit de energía generan una movilización de tejido graso, lo cual, aumenta el neuropéptido Y que, a su vez, está involucrado en la inhibición de la hormona luteinizante. Razón por la cual, es necesario ofrecer a los animales una adecuada nutrición, disminuir el estrés calórico y mejorar el manejo que estos reciben, con el fin de evitar desencadenar este desbalance que afecta la productividad y rentabilidad de la ganadería de leche colombiana.

Palabras clave: bovino, balance energético negativo, alimentación y postparto.

## **Abstract**

Dairy cattle in the Colombian tropics have various adverse factors that can affect the economic efficiency of these herds. This affects dairy cows, mainly in the postpartum period, where there is a higher energy requirement. Due to the inability of cows to meet their energy needs in the transition period, a negative energy imbalance occurs that alters ovulation and, therefore, the fertility of the animals, causing longer open days, lower conception rate and even embryonic mortality. This occurs because an energy imbalance in the postpartum period has a negative impact on the hypothalamic-pituitary axis, affecting the release of gonadotropin-releasing hormone, decreasing or inhibiting follicle-stimulating hormone, and this causes anestrus due to a decrease in luteinizing hormone and delayed ovulation. Additionally, animals, as a compensatory mechanism for the energy deficit, generate a mobilization of fatty tissue, which increases the neuropeptide Y, which, is involved in the inhibition of the luteinizing hormone. This is why it is necessary to offer the animals adequate nutrition, reduce heat stress and improve the management they receive, in order to avoid triggering this imbalance that affects the productivity and profitability of Colombian dairy farming.

Keywords: cattle, negative energy balance, feeding and postpartum.



## Introducción

“El éxito de los sistemas de producción de carne y de leche en bovinos depende, en gran medida, de un desempeño reproductivo eficiente del rebaño” (Salvador *et al.*, 2011, p. 1), dado que, esto permite obtener mayor número de animales en la producciones y prologar la producción lechera. Por lo cual, se debe propiciar a los animales un adecuado manejo y alimentación que garantice un desarrollo adecuado del ciclo reproductivo. “El mantenimiento de una alta eficiencia reproductiva en vacas es vital para garantizar la rentabilidad de la cría de ganado lechero” (Nishany *et al.*, 2013, p. 98)

En el trópico colombiano, por lo general, los suelos carecen de nutrientes, y enfrentan dos etapas climáticas, ya sea, con un exceso o déficit hídrico, lo cual, repercute en la oferta forrajera y a su vez, en la calidad de este. Esto en la alimentación de los bovinos genera un impacto negativo sobre los indicadores productivos y particularmente reproductivos (Salvador *et al.*, 2011). Por ende, se deben implementar estrategias para mejorar la calidad de los suelos y mantener una adecuada oferta alimenticia continuamente.

La nutrición que se le ofrece al ganado en etapa de lactancia puede afectar los índices reproductivos (Campabadal, 2018). Debido a que, en el periodo postparto, los animales aumentan sus requerimientos nutricionales por la lactancia y la incidencia del balance energético negativo (BEN) entre las semanas 10 a la 12. El balance energético negativo (BEN) se correlaciona con la longitud del anestro postparto debido a la disminución de la liberación de la hormona luteinizante (LH) y la hipoglicemia, la

insulina y el factor de crecimiento de insulina (IGF-I), que colectivamente inhiben la producción de estrógenos por los folículos dominantes (Butler, 2003). “El BEN es el déficit de energía entre el consumo de energía por parte del animal y la energía requerida para el mantenimiento y la preñez (en la vaca gestante) y el mantenimiento y la lactación (en la vaca lactante)” (McNamara *et al.*, 2003, citado en Huertas, 2019, p. 3).

En esta revisión de literatura, se indaga acerca de los efectos que genera la nutrición en el desbalance energético negativo en el periodo postparto en vacas lecheras del trópico colombiano medio, esto con el fin de evidenciar la importancia de una adecuada nutrición para potencializar el desempeño reproductivo, dado que, esos factores influyen en la activación de hormonas y, por ende, actúan en sinergia.

La finalidad de la presente revisión es evidenciar los factores que afectan la reproducción bovina en la etapa postparto, para esto se indagó acerca de la influencia hormonal en este periodo, los factores nutricionales, ambientales y las características genéticas del ganado colombiano, para así mostrar la importancia de llevar un adecuado bienestar en los animales, lo cual, repercute en las ganancias productivas de los hatos.

## **Justificación**

La productividad de la empresa ganadera depende de la interacción entre la nutrición y la reproducción, ya que, un buen estado nutricional de los animales se ve reflejado en el mejoramiento de diversos parámetros reproductivos como: obtener una cría al año, evitando altos intervalos entre partos y mortalidad embrionaria.

Durante las últimas décadas se ha asociado el desempeño reproductivo en el periodo postparto, con la calidad de los nutrientes suministrados a las vacas, durante el final de la gestación y las primeras semanas de lactancia, donde se establece un nuevo estatus nutricional (homeorresis); los cuales son claves para lograr un mayor balance energético, que conlleva a una pronta involución uterina, la liberación pulsátil de la hormona luteinizante (LH) y la hormona folículo estimulante (FSH), por medio de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), para activar la función ovárica que induce el inicio de la ovulación y a su vez ocasiona los síntomas del celo, contribuyendo a lograr una pronta preñez y mayor desempeño reproductivo del hato ganadero lechero.

Con el fin de economizar en la alimentación ganadera, los forrajes son la principal fuente de nutrición en las regiones tropicales. Además de la disminución de costos, la elevada materia seca que se obtiene de los pastos, puede aportar alta calidad en nutrientes como energía, proteína, minerales y fibra, a los hatos bovinos lecheros, doble propósito y de carne (Sánchez, 2007).

La finalidad de la monografía es permitir recopilar diferentes conocimientos acerca de la importancia de los programas de alimentación que deben llevar la

ganadería colombiana en el trópico medio, con el fin de mostrar la importancia que tiene en las ganancias económicas de esta producción. Además, de adquirir un mayor aprendizaje en esta área para el desempeño profesional, para lograr un criterio basado en el conocimiento.

## Planteamiento del problema

El sector agropecuario tiene gran participación en la economía colombiana, “creciendo durante el tercer trimestre del presente año el 3,8% en el PIB” (Minagricultura, 2018), esto en gran medida se presenta dado que el país tiene diferentes climas y características que permiten desarrollar este sector. Sin embargo, “el proceso de globalización, caracterizado por acuerdos bilaterales de libre comercio, puede llegar a afectar la ganadería nacional, en la medida en que los acuerdos comerciales, posibiliten el acceso al mercado nacional de productos provenientes de países considerados potencias ganaderas” (Cuenca *et al.*, 2008, p. 166).

Adicionalmente, el 75% de las áreas rurales, están alejadas de las ciudades principales, lo que implica en un aumento en los costos debido al alto costo en transporte para comercializar sus producciones, aumentando así, la brecha de competitividad del sector (Dinero, 2018). Por tal motivo, los ganaderos deben ser más eficientes en sus producciones, tanto en calidad y cantidad.

En los hatos ganaderos lecheros, la eficiencia reproductiva es uno de los ítems que mayor importancia tiene sobre los beneficios económicos (Bach, 2011). Según los autores Perdomo, Peña, Carvajal, & Murillo (2017), en gran medida los índices negativos en la reproducción se deben a la nutrición, dado que, en la mayoría de los hatos lecheros los pastos tienen una pobre calidad nutricional.

Los elevados costos que se presentan en la ganadería Colombiana, por el ítem de la alimentación particularmente, ha generado que los forrajes constituyan la dieta primaria de los rumiantes, sin embargo, estos son afectados por las condiciones

climáticas, en cuanto a la composición de sus nutrientes y a su vez en el periodo de oferta según la época del año; ocasionando un impacto negativo en el potencial genético del ganado lechero, ya que estos al enfrentar las etapas críticas de escasez de alimentos, destinan el alimento consumido de baja calidad y las reservas corporales, para el proceso de mantenimiento dejando a un lado la parte productiva.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Indagar acerca de la influencia de la alimentación en el desbalance energético negativo en la etapa de posparto, en el ganado lechero en el trópico colombiano medio.

### **Objetivos específicos**

Investigar los factores que ocasionan un desbalance energético negativo en el ganado lechero en el posparto.

Reconocer el proceso hormonal del periodo postparto, que se presenta en el periodo del desbalance energético negativo.

Analizar la relación del desbalance energético negativo con el desempeño reproductivo en la etapa de posparto.

## **Marco referencial**

Se basa en la recopilación de documentos acerca de la interacción entre la nutrición y el desempeño reproductivo de las vacas lecheras después del parto, con el fin de evidenciar la importancia de la alimentación en la productividad de los hatos ganaderos.

## **Marco conceptual**

A continuación, se presenta la terminología más empleada para el desarrollo de la monografía, la cual, se basa en la importancia del desbalance energético negativo en el periodo posparto en el ganado lechero, que se presenta debido a cambios hormonales de esta etapa y a la incapacidad de consumir la cantidad necesaria de energía.

Anestro: período después del parto durante el cual las vacas no muestran señales conductuales de estro (Báez & Grajales, 2009).

Balance de energía: es la diferencia entre la ingesta de energía neta del animal menos la energía neta requerida para el mantenimiento y la secreción de leche (Lucy, 1991).

Balance energético negativo: es el desbalance de energía producido entre el consumo energético de los animales y la energía necesaria para el mantenimiento, gestación y lactancia (Gómez & Campos, 2015).

Ciclo ovárico: es el intervalo entre dos ovulaciones consecutivas. Este tiene dos etapas, las cuales son, una folicular inicial y posteriormente, la fase luteinica,



separadas por la incidencia de la ovulación (Bradley, 2014).

Condición corporal: es un índice para cuantificar la pérdida de masa muscular según la cantidad de tejido graso subcutáneo observado en determinados puntos anatómicos del animal (López, 2006).

Cuerpo lúteo: es una estructura del ovario que permite la síntesis de progesterona, necesaria para mantener la preñez. Se desarrolla al tercer día del estro hasta el día 18 (Aréchiga-Flores *et al.*, 2019).

Energía: es esencial para sustentar todos los procesos vitales, su deficiencia se manifiesta en retraso del crecimiento, falla reproductiva y pérdidas en las reservas corporales, generando disminución en la productividad animal (Cuartas, Naranjo, Tarazona, & Barahona, 2013).

Estro: período de receptividad sexual (Bradley, 2014).

Hormona: son sustancias de naturaleza química producidas en ciertos tejidos y transportadas por la sangre, para así ejercer su acción sobre determinados órganos (Cunningham, 2003).

La lipólisis del tejido adiposo: es una respuesta fisiológica dinámica que implica no solo la liberación de ácidos grasos libres de las reservas de triglicéridos de adipocitos sino también un proceso de remodelación (Contreras *et al.*, 2016).

Proestro: es una etapa en donde se desarrolla el folículo, una vez finalizada la regresión del cuerpo lúteo y finaliza en el estro (Bradley, 2014).

Requerimiento: es la cantidad de sustancias químicas como proteínas, carbohidratos, agua y vitaminas, necesarias para ejercer los procesos fisiológicos del animal. Las cantidades de energía requerida depende del peso, nivel de producción,

clima, la etapa de vida, especie, edad y raza (Lanuza, 2006).

Transición: es una fase que ocurre tres semanas antes del parto y tres a cuatro semanas después del parto (Ariza & Roa, 2019), en la cual, existen cambios hormonales en las vacas indispensables para el parto y la lactancia (Gómez & Campos, 2015).

Postparto: etapa que se presenta después del parto, una vez expulsada la placenta y finaliza con la involución ovárica (abc rural, 2013).

Suplementar: consisten en adicionar a la dieta de los animales, un alimento ya sea, concentrado, minerales o sales (Kucseva, 2012).

Tasa de fertilidad: es el parámetro para evaluar la eficiencia reproductiva y consiste en dividir el intervalo ideal (365 días) entre el Intervalo entre partos (IEP) (CONtexto ganadero, 2018).

## **Marco Teórico**

En este capítulo se recopiló la información relacionada con los factores hormonales en la etapa postparto, la influencia de estos sobre la incidencia del anestro que afecta los índices reproductivos en la ganadería de leche y su correlación con el desarrollo de un desbalance energético causado por los requerimientos nutricionales exigentes que tiene esta etapa fisiológica y las características precarias del trópico colombiano medio.

### ***Aspectos hormonales del periodo postparto***

Finalizando la gestación, se incrementa la producción de estradiol por influencia

de la placenta bovina, lo cual, produce una retroalimentación negativa a nivel del hipotálamo, provocando la inhibición de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), lo que a su vez evita la producción de hormonas hipofisarias encargadas del crecimiento del folículo. Por tal motivo, los folículos ováricos se desarrollan hasta formar el antro, sin embargo, su crecimiento se limita y no desarrolla ondas foliculares, hasta que cesa este efecto hormonal del estradiol, en el parto cuando se elimina la placenta (Restrepo, 2001).

“Después del parto, las vacas con cría no presentan celo, por la involución uterina que dura entre 30 a 45 días, período en que el útero regresa a su tamaño normal y se da el reinicio de la actividad ovárica” (Balco *et al.*, 2008, p. 2). “Dado, a que, en la mayoría de ganado, la secreción pituitaria de la hormona luteinizante (LH) aumenta durante las primeras dos a tres semanas después del parto” (Lucy *et al.*, 1991, p. 474).

Adicionalmente, se ha observado incremento de la progesterona antes de la primera ovulación, precedidas por pequeñas ondas de LH, y se han correlacionado con la reactivación ovárica en el periodo posparto (Butler, Everett, & Coppock, 1981).

“La ovulación de un folículo dominante durante el comienzo de la lactancia depende del re-establecimiento de la secreción pulsátil de LH propicio para el crecimiento folicular preovulatorio y la producción de estradiol” (Butler, 2003, p. 212).

### ***Anestro postparto***

“El anestro postparto se puede definir como el período después del parto durante el cual las vacas no muestran señales conductuales de estro” (Báez & Grajales, 2009,

p. 1868).

El tiempo que dura esta etapa, tiene consecuencias sobre la eficiencia reproductiva (Restrepo, 2001). Su finalización indica la reactivación cíclica posparto, después de un periodo de inactividad o lactancia, el cual, debe durar 30 días en vacas lecheras y 40 días en vacas de carne (Muñoz & Serpa, 2011). “Sin embargo, el anestro prolongado no se debe a la ausencia de folículos dominantes, sino a una falla para ovular” (Henao, 2001, citado por Rivas, Suárez, & Ramírez, 2011, p.156)

“En vacas para leche los principales factores que afectan el reinicio de la actividad ovárica son: el BEN, la pobre condición corporal (CC), número de partos/edad, diferentes enfermedades, alta producción de leche y la estación” (Morales & Cavestany, 2012, p. 20).

### ***Relación entre el balance energético negativo y el desempeño reproductivo***

El proceso fisiológico del parto y la etapa inicial de la lactancia ocasiona en los bovinos cambios metabólicos, nutricionales y endocrinos, que ocurren principalmente tres semanas antes y después del parto (Sepulveda *et al.*, 2017), lo que puede desencadenar un desequilibrio energético en la vaca en producción (Huertas, 2019). El desbalance energético negativo (BEN), se presenta porque entre la cuarta y sexta semana de lactancia se presenta el pico de producción y este no concuerda con el pico de consumo de materia seca, lo que genera que sea mayor la energía requerida para mantenimiento y producción, que la proporcionada por el alimento (Figura 1) (Sartori, 2009). Por otra parte, en el último mes de gestación se disminuye el consumo de materia seca y los nutrientes se emplean principalmente para el desarrollo de la

glándula mamaria y del feto, por lo cual no se da una recuperación de la CC (Grigera & Bargo, 2005).

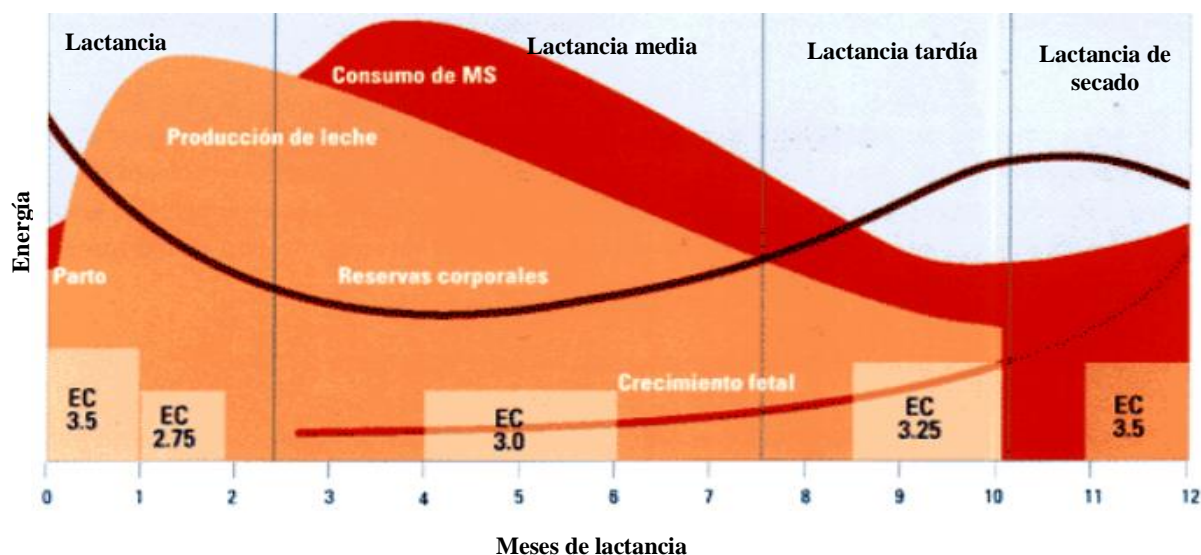


Figura 1. Relación de la etapa de lactancia con el consumo alimenticio, la condición corporal y la producción láctea  
Nota. Grigera & Bargo, 2005.

“Dado a que el momento del parto y el inicio de la lactancia, cambian los requerimientos que no son suplidos con el consumo de materia seca, generando un desequilibrio entre los valores energéticos consumidos y los requeridos” (Duque *et al.*, 2011, p. 76), es decir, en el periodo de transición las vacas requieren una alimentación con mayor aporte energético, sin generar incidencia de acidosis, este desbalance nutricional causa “una importante movilización de reservas corporales para mantener los índices de producción” (Pinto *et al.*, 2009, p. 350), por lo que según Bach (2001), “el reparto de los nutrientes que se les proporcionan para las distintas funciones fisiológicas tiene diferentes prioridades”. Por ende, durante el posparto es necesario generar estrategias nutricionales que permitan proporcionar un aporte energético y nutricional balanceado para suplir los requerimientos de esta etapa.

Adicionalmente, las vacas de alta producción que entran en desbalance energético presentan movilización de ácidos grasos no esterificados del tejido adiposo y se distribuyen al hígado y otros tejidos, con la finalidad de aportar la energía requerida para realizar las funciones de estos, sin embargo, estos no son suficientes (Duque *et al.*, 2011).

Se ha evidenciado que “las funciones reproductivas como ciclicidad estral y el inicio de la gestación son de escasa prioridad y sólo son activadas cuando la demanda de nutrientes para mantenimiento, crecimiento y reserva haya sido superada” (Granja, Cerquera & Fernández, 2012, p. 458). Por lo tanto, limitaciones nutricionales ocasionan efectos negativos inicialmente sobre el estatus reproductivo y posteriormente en la producción lechera. Adicionalmente, se genera una movilización de grasas que repercute sobre la condición corporal ocasionando una disminución de esta por la pérdida de peso que se presenta (Zurek *et al.*, 1995).

Según los autores Miranda, Benezra, Colmenarez (2002), en la etapa de lactancia las vacas que presentan balance energético negativo, presentan principalmente pérdida de condición corporal. Este motivo, ha hecho que el índice de condición corporal infiera el estatus del balance energético en el ganado, con el fin de cuantificar las reservas energéticas corporales, dado que cuando se presenta disminución severa de la condición corporal (más de un punto) en la etapa postparto, se presenta aumento del tiempo transcurrido entre el parto y la primera ovulación postparto, del parto y, el primer celo postparto, el número servicios por preñez y, por ende, los días vacíos (Bach, 2002).

Por lo tanto, el desempeño reproductivo en las vacas se ve afectado por una

disminución rápida y marcada de la condición corporal, dado que esto produce movilización de lípidos o tejidos que afectan el bienestar del útero, adicionalmente conlleva a un balance energético negativo y la concentración de metabolitos que alteran el equilibrio hormonal (Galvis & Correa, 2002).

Un desequilibrio nutricional en la etapa de lactancia afecta el eje hipotálamo-hipófisis por una inhibición en la producción de la hormona GnRH que a su vez afecta la liberación de la FSH y, por ende, la frecuencia pulsátil de LH, estos cambios desencadenan retraso en la ovulación, lo que aumenta el tiempo de anestro de los bovinos (Gapel & Althaus, 2007).

La prolongación del periodo de anestro por la carencia de ovulación y la atresia del primer folículo dominante afecta el desempeño reproductivo en el hato y puede ocasionar el desarrollo de quiste folicular (Butler & Beam, 1997). “El desarrollo de los folículos dominantes o quísticos no ovulatorios prolonga el intervalo para la primera ovulación de 40-50 días después del parto” (Butler, 2003, p. 212). Guzmán (2018), afirma que los quistes foliculares son estructuras llenas de líquido con paredes finas de diámetro >25mm y estos se encuentran en el ovario durante más de 10 días consecutivos.

Estudios realizados por Butler & Beam (1997), evidencian que la carencia de la ovulación en la primera onda folicular después del parto ocasiona menores concentraciones de estradiol y de IGF-I en el plasma, menor diámetro folicular y un intervalo más largo para el punto máximo del balance energético negativo (NADIR). Además, “la principal diferencia entre los folículos ovulatorios o no ovulatorios es su capacidad para producir grandes cantidades de estradiol” (Butler, 2012, p. 86).

Por otro lado, las vacas de primer parto tienen altas demandas nutricionales, dado que, deben continuar su crecimiento, están lactando y necesitan recuperarse de la gestación y el parto. No obstante, estas últimas funciones reproductivas son las que reciben menor cantidad de nutrientes, por ende, las vacas primíparas en el trópico colombiano tienen largos periodos de anestros, que repercuten sobre los parámetros reproductivos como la tasa de preñez siendo esta menor del 30% (Salvador *et al.*, 2011).

Lo anterior, coincide con estudios realizados donde se evidencio que las vacas primíparas tardan más tiempo para restablecer la funcionalidad ovárica y sólo el 53% presentaron una ovulación al día 45 posparto, en comparación con las vacas multíparas que presentaron el 100% al menos una ovulación. Esto se correlaciona con el celo tardío en las vacas primíparas apareciendo este hasta 11 días más tarde que en las hembras multíparas (Gapel & Althaus, 2007).

Por otra parte, el colesterol puede influir en la producción de esteroides por parte de los folículos dominantes de la primera ola, dado que, niveles altos de este permiten mejor capacidad esteroideogénica, esto a su vez, aumenta la presencia de ovulación en vacas que reciben mayor aporte de grasa en el parto (Butler & Beam, 1997).

### ***El balance energético negativo y el desarrollo embrionario***

Según Butler (2003), otro vínculo importante entre BEN y la fertilidad son los efectos de arrastre sobre las concentraciones progesterona en la sangre, debido a la correlación positiva entre los niveles séricos de progesterona 12 días antes de la primera monta y la tasa de preñez del primer servicio (Granja *et al.*, 2012). Lo cual, es



importante porque “la progesterona actúa en el útero estimulando y manteniendo las funciones necesarias para el desarrollo embrionario temprano, esto con la finalidad de llevar a cabo la implantación, placentación y desarrollo fetal” (Tovio, Duica, & Grajales, p. 1241).

A la inversa un aumento lento de progesterona después de la ovulación se asocia con una disminución de la fertilidad y del crecimiento del embrión por 16 días (Butler, 2003). “Ocasionando un inadecuado desarrollo temprano del embrión por la respuesta inadecuada en el endometrio ante el interferón tau (INT-T), debido a un aumento de la síntesis y la secreción en pulsos de la prostaglandina (PGF2 a), que induce los procesos luteolíticos” (Lenis *et al.*, 2010, p. 19).

### ***Relación de las hormonas metabólicas y la reproducción***

Se ha evidenciado que las hormonas metabólicas como la insulina, leptina, IGF-I, GH tienen efectos sobre el ovario, permitiendo modificar el crecimiento y desarrollo del folículo (Salvador *et al.*, 2011). Por ende, los niveles séricos de glucosa se relacionan tanto con el estado nutricional, como con la función reproductiva a nivel del hipotálamo (Báez & Grajales, 2009). En los bovinos la insulinogénesis es regulada principalmente por la glicemia y, por otra parte, el propionato tiene poca capacidad insulinogénica. Por lo tanto, la hipoglicemia ocasiona bajos niveles de insulina plasmática (Galvis & Correa, 2002).

Adicionalmente, la disminución de los niveles de GnRH en el período de transición donde se presenta el BEN, tiende a tener relación con la hormona producida en el tejido adiposo, denominada leptina, la cual, regula la ingesta y la reproducción.

Esta última es modulada por medio de las reservas energéticas corporales destinadas para dichas funciones (Salvador *et al.*, 2011).

La producción de leptina en sangre está esta correlacionada con la condición corporal y la incidencia del balance energético negativo, dado que estos factores pueden disminuir su secreción en sangre, lo que a su vez ocasiona una liberación del neuropéptido Y, el cual, estimula la hormona liberadora de la gonadotropina (GnRH), para inhibir la hormona luteinizante (LH) (Domínguez *et al.*, 2008). Por otra parte, se ha evidenciado que tanto la insulina como el glucagón tienen efectos sobre el metabolismo y la reproducción. Dado que la constante secreción superior de insulina activa la función ovárica. Además, una deficiente nutrición disminuye el factor de crecimiento insulínico (IGF-1). El aumento de la GH genera disminución de la hormona adrenocorticotropa y del IGF-1, que impiden que los nutrientes se desvíen a los tejidos extramamarios (Figura 2) (Galvis & Correa, 2001).

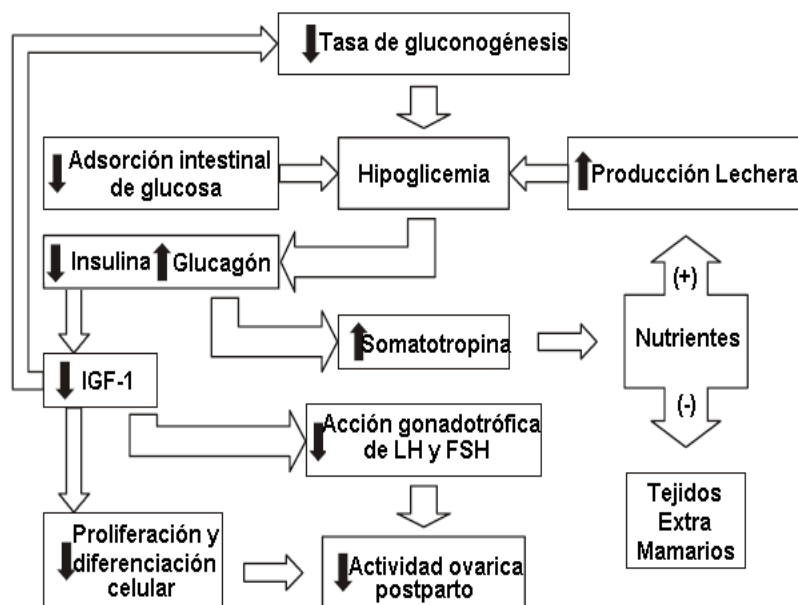


Figura 2. Cascada de eventos metabólicos relacionados con la reproducción durante el inicio de la lactancia en vacas. (+) Flujo positivo. (-) Flujo negativo.

Nota. Galvis & Correa, 2012.

### **Efecto del estrés térmico sobre la reproducción**

“El estrés calórico refleja unos de los principales factores del medio ambiente que afectan negativamente el desempeño reproductivo del ganado bovino” (Marroquin, 2018, p. 1). Esto se debe a que en el animal ocasiona aumento de la temperatura rectal y en la frecuencia respiratoria y cardíaca, ocasionando una disminución del consumo de alimento y en la producción de leche (Maquez, Medina & Dick, 2015).

El estrés térmico en el ganado genera una disminución en el pastoreo y, por ende, en el consumo alimenticio, disminuyendo así, la tasa de fermentación ruminal, conllevando a la pérdida de saliva, sodio y potasio, lo que produce una acidosis ruminal en el animal (Marroquin, 2018).

Dado que “las fases del desarrollo que implican procesos reproductivos son de altos requerimientos nutricionales y elevada actividad metabólica, por lo que pueden verse afectadas por condiciones climáticas severas” (Faire *et al.*, 2015, p. 84).

Por otra parte, “la activación del eje hipotálamo corteza suprarrenal tiene efectos negativos sobre la producción de hormonas hipofisiarias como la hormona luteinizante, inhibiendo la ovulación causando folículos quísticos” (Figura 3) (Corrales, 2014, p. 44).

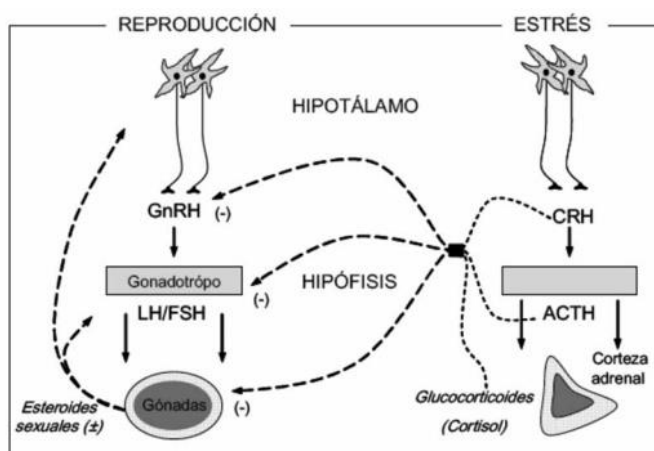


Figura 3. Efecto del estrés sobre la liberación de GnRH, gonadotropinas y esteroides sexuales  
Nota. Vélez & Uribe (2010)

“También se ha reportado que la secreción de cortisol, es una de las principales respuestas del animal a condiciones de estrés” (Arias *et al.*, 2008, p. 14). El cual, “en la fase de maduración folicular interfiere la ovulación y conduce a la aparición de folículos quísticos” (Humayel, 2014, p. 34).

### ***Efecto de la alimentación sobre la reproducción en bovinos***

En la ganadería de leche se emplea como base de la alimentación los pastos, sin embargo, estos no siempre tienen un manejo idóneo en la mayoría de las ganaderías (Rojas, 2015).

Las condiciones del trópico ocasionan fluctaciones en la producción, composición química y calidad de los pastos, debido a los cambios medioambientales como fotoperiodo y precipitaciones, que se presentan en estos (REDGATRO, 2015). Adicionalmente, en la mayoría de los hatos el manejo de los pastos no es adecuado, dado que no se tiene en cuenta los días de ocupación y descanso que estos deben tener, afectando así la calidad y cantidad de forraje, específicamente durante los periodos de sequía (Cardenas *et al.*, 2007).

Los pastos necesitan condiciones aptas para una producción y calidad idónea, tales como temperatura y suministro de agua, para así obtener un alimento que aporte fibra, energía, proteína y entre otros nutrientes necesarios para el ganado bovino (Ramírez *et al.*, 2017).

Por otro lado, “en el trópico la disminución en las precipitaciones afecta negativamente la oferta forrajera, ocasionando que los animales deben gastar más energía al recorrer mayores distancias para buscar el pasto y además presentan mayor

tiempo de exposición a la radiación solar” (Leaño, 2008, p. 25).

Afectando así la nutrición de los animales, la cual, tiene impacto en la reproducción, debido al consumo inadecuado de alimento, al desbalance de energía, el deficiente aporte de energía, vitaminas, minerales y proteínas (Granja *et al.*, 2012).

Por ende, la escasez de forraje y la mala calidad de este, disminuye el aporte de nutrientes al ganado bovino, afectando en esta forma los índices reproductivos, debido a la presencia de anestro, infertilidad y disminución en la tasa de gestación (Sanches & Villegomez, 2010).

## Discusión

En Colombia el sector ganadero representa gran importancia debido a las características topográficas del país y sus recursos naturales, las cuales, al ser aprovechados de forma eficiente permiten un desarrollo óptimo del sector.

La productividad de los hatos ganaderos en el trópico colombiano, en gran parte se debe a la eficiencia en los índices reproductivos, los cuales, están relacionados con una adecuada nutrición en sus etapas productivas, especialmente, en el periodo postparto. Dado que después del parto los bovinos enfrentan cambios fisiológicos, que requieren un mayor consumo alimenticio para afrontar la etapa de lactancia, involución uterina y la preparación para afrontar una nueva gestación. Además, el alimento suministrado en esta fase debe tener alta digestibilidad y aportar los nutrientes necesarios para suplir con los requerimientos nutricionales.

Sin embargo, en la mayoría de los hatos lecheros no se tiene un manejo adecuado de las pasturas y las condiciones ambientales del trópico colombiano como precipitaciones y radiación solar, los afecta tanto en oferta como en calidad. Esto concuerda con lo afirmado por Rojas (2019), quien indica que “el principal alimento utilizado en la ganadería de Colombia es el pasto. Pero, infortunadamente en muchas de las fincas ganaderas el pasto no es manejado adecuadamente” (p. 2). Adicionalmente, el ganado lechero ha tenido alta selección genética, con el fin de aumentar la producción lechera, que a su vez incrementa los requerimientos nutricionales y metabólicos (Castro, Galvis, López, & Giraldo, 2017).

Por otro lado, generalmente el pico de lactancia donde se requiere mayor aporte energético no corresponde con el punto máximo de ingesta de alimento, por ende, para

compensar estos requerimientos las vacas utilizan sus reservas energéticas que desencadenan un desbalance energético negativo, afectando así la reproducción que repercute sobre las ganancias productivas de los hatos lecheros. Lo cual, concuerda con lo afirmado por NutriNews (2019), quienes indican que el período de transición de una vaca conlleva una serie de cambios determinando la presencia de balance energético negativo, BEN, por movilización de reservas corporales, provocando pérdida de peso y descensos en la producción.

Esto se presenta porque según Sanches & Villegomez (2010), “la disponibilidad de energía antes y después del parto, influye sobre el inicio de la actividad ovárica postparto y la consiguiente presentación del primer estro” (p. 28). Dado que, “en el ovario una nutrición deficiente afecta a la disponibilidad de colesterol como precursor de las hormonas esteroidales” (Gapel & Althaus, 2007, p. 2). Dentro de estas hormonas se encuentran los estrógenos y la progesterona, las cuales, permiten el crecimiento del folículo dominante y ayudan a mantener la gestación y preparar el útero para la implantación del embrión, respectivamente. Por tal motivo, estas son importantes en procesos reproductivos como “desarrollo fetal, diferenciación celular, maduración sexual, crecimiento y ciclo sexual del individuo” (Trujillo & Villamil, 2020, p. 6).

Además, una nutrición inadecuada en la etapa postparto disminuye la liberación de GnRH, lo cual, inhibe la secreción de FSH y por ende los picos de LH, afectando así la funcionalidad ovárica y provocando un periodo aumentado de anestro (Sepúlveda *et al.*, 2001). Esto concuerda con lo afirmado por Butler (2003), quien indicó que “la baja disponibilidad de energía durante el balance energético negativo, no solo suprime la secreción pulsátil de LH, sino que también reduce la respuesta ovárica a la

estimulación de LH” (p. 213).

“Debido a que un déficit de energía y bajas concentraciones de insulina limita la respuesta del ovario a la estimulación de gonadotropinas. Además, se genera hipoglicemia, disminución de la frecuencia de picos de LH y de la progesterona en plasma” (Moyano & Rodríguez, 2014, p. 91). Ocasionando así, una alteración del ciclo estral, lo que desandecadena anestro en los bovinos.

“Las vacas lecheras, por la alta selección que han tenido, priorizan los nutrientes disponibles hacia la producción de leche sacrificando algunos procesos como el crecimiento o la reproducción” (Pinto-Santini *et al.*, 2009). “La reanudación de la actividad ovárica después del parto depende de los cambios de peso al fin de la gestación y de la condición corporal al momento del parto” (Gapel & Althaus, 2007, p. 2). Por ello, es necesario tener en cuenta que las vacas primiparas deben tener una suplementación energética y proteíca adecuada, para que además de cumplir sus requerimientos de lactancia, finalice su etapa de crecimiento y tenga un retorno reproductivo adecuado.

Por otra parte, al establecerse un desbalance energético ocasiona que los animales, movilicen el tejido adiposo, si se da en forma excesiva puede generar la disminución en la fertilidad por alteración del ciclo estral y por ende, menor tasa de concepción (Sierra, 2013).

Por ende, la calidad de los pastos y las estrategias nutricionales empleadas en esta etapa fisiologica en el ganado lechero son primordiales para garantizar un desarrollo reproductivo idoneo y obtener índices elevados en la tasa de preñez, dado que esto puede afectar la liberación de hormonas empleadas en la ovulación. Lo cual,



se ve alterado en el trópico colombiano, ya que, la mayoría de los pastos son de mala calidad y disminuyen el aporte de nutrientes, además de las condiciones de manejo y ambientales como estrés calórico, lo que repercute en la ganancia de peso y la condición corporal, afectando la eficiencia reproductiva de los animales.

Lo anterior concuerda con Durango, Ruiz & Galvis (2011), quienes afirman que “las dietas para vacas lecheras en el trópico alto colombiano, son deficitarias en carbohidratos no estructurales que representan el sustrato principal que genera en el rumen, la mayor cantidad de propionato, principal precursor gluconeogénico” (p. 5622).

La eficiencia en la producción de pastos, depende del manejo que estos tengan, tales como la selección del forraje, el establecimiento, manejo, las condiciones climáticas, un sistema de rotación de potreros, análisis bromatológicos de los pastos y fertilización según sus necesidades (Rojas, 2015). Un manejo idóneo de estos, permitiera al ganado bovino obtener los nutrientes necesarios para sus requerimientos y reducir el aporte de concentrado, lo cual, disminuye los costos productivos.

Además, en el trópico colombiano prevalece gran diversidad climática, dado que se presentan altas temperaturas ambientales que sobrepasan los toques considerados como máximos, en las llamadas zonas de confort (Góngora & Hernández, 2010). Esta variación climática dificulta la calidad nutricional de los pastos, repercutiendo en la alimentación y eficiencia reproductiva de los bovinos.

Los pastos no siempre logran un adecuado aporte nutricional, por lo cual, los productores optan por suplementación energética en la etapa de transición, mediante el uso de propelenglicol oral, que disminuye los ácidos grasos no esterificados y cuerpos

cetónicos, incrementado el nivel de insulina y glucosa plasmática, con el fin de ayudar a los animales a enfrentar la alta demanda energética en el postparto (Gómez & Campos, 2016). Esto se da porque “el propilenglicol, actúa como precursor de la glucosa a nivel hepático, podría aportar energía y ayudar a reducir el balance energético negativo” (Lammoglia-Villagómez *et al.*, 2019, p. 2).

A pesar del empleo de estas alternativas nutricionales, cabe aclarar que el manejo económico de los hatos lecheros se logra con el uso de un manejo nutricional que requiera la menor inversión, como el empleo de los pastos de buena calidad, permitiendo así una nutrición balanceada, por ende, el empleo del propilenglicol incrementa los costos de producción. En este caso, se debe emplear estrategias nutricionales que permitan disminuir la incidencia del BEN en los hatos lecheros y a su vez, potencializar los recursos ambientales; siendo una opción los potreros agrosilvopastoriles, que proporcionan diversidad de gramíneas y leguminosas, además de un ambiente confort, disminuyendo la temperatura y por ende, el estrés calórico.

Dado que debido al estrés térmico el ganado cesa el consumo de alimento para inhibir la actividad digestiva y evitar la producción de calor endógeno. Además, las elevadas temperaturas ocasionan que los animales presenten vasodilatación en la periferia con el fin de perder calor, esto ocasiona una disminución en la irrigación sanguínea del útero afectando la implantación del embrión; también ocasiona luteólisis por liberación de prostaglandinas, que conlleva a afectar la reproducción (Marroquín, 2018). Debido a esto, es necesario generar condiciones óptimas en los potreros como sistemas silvopastoriles que pueden aportar una fuente de alimento y a su vez, un ambiente térmico de confort al disminuir la temperatura ambiental y dar sombra a los

animales. Esto se correlaciona con lo afirmado por Navas (2010), quien indica que “los sistemas silvopastoriles tienen múltiples funciones, entre ellas contribuyen a reducir el estrés calórico, ya que bajo la copa de los árboles se reduce entre 2 y 9° C la temperatura con relación a las áreas de potrero abierto” (p. 113).

## Conclusiones

El ganado bovino lechero enfrenta en su etapa productiva grandes retos nutricionales, dado que, en la etapa postparto necesita mayor consumo energético, para sus necesidades fisiológicas como la lactancia y la involución uterina. Pero, en esta fase se presenta un desbalance energético porque el pico de mayor requerimiento no coincide con el de mayor ingesta de alimento, además de las condiciones adversas que estos enfrentan en el trópico colombiano, tales como, altas temperaturas que inducen a estrés térmico en el ganado y, déficit nutricional de los pastos por disminución de precipitaciones.

La base de la nutrición del ganado bovino colombiano son los forrajes, por ende, es necesario implementar un manejo adecuado de las praderas, para así obtener una alta calidad y oferta de forraje que aporte los nutrientes idóneos a las vacas lecheras, con el fin de evitar la incidencia del desbalance energético negativo en las hembras postparto.

Adicionalmente, se deben establecer estrategias nutricionales y de confort en la ganadería colombiana, con el fin de aportar mayor disponibilidad de nutrientes para los animales y disminuir factores de estrés que puedan afectar la productividad.

La disminución en la condición corporal en las vacas lecheras en el periodo postparto genera el uso de las reservas energéticas, lo que puede afectar la liberación de hormonas esteroideas que intervienen en el ciclo ovulatorio, por ende, esto puede afectar negativamente la eficiencia reproductiva en el periodo de transición. Debido a que una disminución de la condición corporal, puede disminuir la producción de leptina en sangre, quien está involucrada en la liberación del neuropéptido Y y, este a su vez,

en la liberación de la GnRH que inhibe la LH, disminuyendo la actividad ovárica y ocasionando efectos adversos en la reproducción en los hatos lecheros.

Además de la nutrición inadecuada, la condición corporal de las vacas en la etapa postparto, el manejo en los hatos lecheros, la genética y las condiciones ambientales, pueden tener efecto sobre el desencadenamiento del desbalance energético negativo. Dado a que estos factores están estrechamente relacionados y son necesarios para proporcionar un estatus adecuado a los bovinos. Lo anterior ocasiona un anestro postparto prolongado, disminución en las concentraciones séricas de progesterona afectando así la supervivencia embrionaria y, por ende, la tasa de fertilidad.

La incidencia del balance energético negativo en las vacas postparto, se puede observar con la disminución de la condición corporal, el aumento en el periodo de anestro, aumento del número de servicios por concepción, mortalidad embrionaria, disminución en la tasa de fertilidad y aumento en los días de parto-concepción. Lo cual, es importante identificar para crear estrategias nutricionales que permitan aportar mejor calidad de nutrientes y mejorar la eficiencia reproductiva.

Aunque Colombia tiene una gran diversidad en pisos térmicos, forrajes y características edafológicas, es necesario identificar las deficiencias que existen en los suelos en donde se desarrolla la ganadería, mediante un análisis bromatológico con el fin de realizar fertilizaciones o aportar los nutrientes necesarios para obtener pastos con buena calidad nutricional, que permitan otorgar al ganado una adecuada nutrición y de esta forma compensar sus altos requerimientos de nutrientes en la etapa postparto en la vacas lecheras.

## Recomendaciones

Es necesario implementar en las producciones de ganadería de leche, un programa de manejo de pasturas, con el fin de maximizar el potencial de estos, teniendo en cuenta la raza ideal para determinado clima y altitud, la rotación y fertilización según el análisis bromatológico.

Los ganaderos deben otorgar un mayor aporte energético a las vacas primíparas, dado que estas además de los requerimientos de la etapa de lactancia e involución uterina en el periodo postparto, también necesitan finalizar su proceso de crecimiento.

En los hatos lecheros debe existir un control en los parámetros productivos y reproductivos de los hatos lecheros, con el fin de detectar la disminución de estos y realizar acciones correctivas a tiempo, para así evitar pérdidas económicas. Dado que, al evidenciar una disminución marcada en la condición corporal de las vacas postparto, aumento en el periodo de anestro y menores tasas de fertilidad, se puede inferir el desencadenamiento del balance energético negativo.

Si los bovinos presentan un BEN aun teniendo un forraje de buena calidad se debe optar por suplementaciones energéticas, con el fin de proporcionar a los animales la energía necesaria para el postparto.

La ganadería de leche en Colombia debería desarrollarse con una oferta agrosilvopastoril, en la cual, se permite a los animales tener una fuente de gramíneas y leguminosas con alta calidad nutricional y a su vez, otorga un ambiente idóneo disminuyendo el estrés térmico al ofrecer sombra.

### Referencias bibliográficas

- abc rural. (5 de Junio de 2013). *Manejo posparto en ganado bovino*. Obtenido de <https://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/abc-rural/manejo-posparto-en-ganado-bovino-580815.html>
- Aréchiga-Flores, C., Cortés-Vidauri, Z., Hernández-Briano, P., Flores-Flores, G., & Rochín-Berumen Fabiola, R.-F. E. (2019). Revisión: Función y regresión del cuerpo lúteo durante el ciclo estral de la vaca. *Abanico Veterinario*, 9(1), 21. doi:<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2019.924>
- Arias, R., Mader, T., & Escobar, P. (2008). Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Arch Med Vet*, 40, 7-22. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/amv/v40n1/art02.pdf>
- Ariza, C., & Roa, M. (2019). *Importancia de la Alimentación de Ganado Lechero en Condiciones Tropicales*. Villavicencio: Universidad de los Llanos. Obtenido de <https://repositorio.unillanos.edu.co/handle/001/1391>
- Bach, A. (2002). La reproducción del vacuno lechero: nutrición y fisiología. *XVII Curso de especialización FEDNA*, 25.
- Báez, G., & Grajales, H. (2009). Anestro posparto en ganado bovino en el trópico. *Rev.MVZ Cordoba*, 114(3), 1867-1875. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-02682009000300011](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682009000300011)
- Balco, D., Blanco, G., Ramírez, I., & Fonte, L. (2008). Técnicas para la resolución del

anestro verdadero en bovinos de aptitud. *REDVET*, IX(3), 10. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63612840009>

Bradley, K. (2014). *Fisiología veterinaria*. (Cunningham, Ed.) Elsevier España.

Butler, W. (2003). Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Livestock Production Science*, 211–218.

Butler, W. (2012). The Role of Energy Balance and Metabolism on Reproduction of Dairy Cows. *Animal Sciences*, 85-95. Obtenido de [https://ecommons.cornell.edu/bitstream/handle/1813/36460/cnc2012\\_Butler.txt.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ecommons.cornell.edu/bitstream/handle/1813/36460/cnc2012_Butler.txt.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Butler, W., & Beam, S. (1997). Energy Balance and Ovarian Follicle Development Prior to the First Ovulation Postpartum in Dairy Cows Receiving Three Levels of Dietary Fat. *Biology of reproduction*, 56, 133-142. Obtenido de [https://watermark.silverchair.com/biolreprod0133.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9kkhW\\_Ercy7Dm3ZL\\_9Cf3qfKAc485ysgAAArkwggK1BgkqhkiG9w0BBwaggKmMIIcogIBADCCapsGCSqGSIb3DQEHATAeBglghkgBZQMEAS4wEQQM74pZur5OYGQigHZ8AgEQgIICbOOBuWs1QuLqfOLW99a6wDPmeVQcY2da6i02MoOm](https://watermark.silverchair.com/biolreprod0133.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9kkhW_Ercy7Dm3ZL_9Cf3qfKAc485ysgAAArkwggK1BgkqhkiG9w0BBwaggKmMIIcogIBADCCapsGCSqGSIb3DQEHATAeBglghkgBZQMEAS4wEQQM74pZur5OYGQigHZ8AgEQgIICbOOBuWs1QuLqfOLW99a6wDPmeVQcY2da6i02MoOm)

Butler, W., Everett, R., & Coppock, C. (1981). The relationships between energy balance, milk production and ovulation in postpartum holstein cows. *Journal of animal science*, 53(3), 742-748. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Walter-Butler-2/publication/15879053\\_The\\_Relationships\\_between\\_Energy\\_Balance\\_Milk\\_Pro](https://www.researchgate.net/profile/Walter-Butler-2/publication/15879053_The_Relationships_between_Energy_Balance_Milk_Pro)



duction\_and\_Ovulation\_in\_Postpartum\_Holstein\_Cows/links/5877d8b408ae8fce492ffa65/The-Relationships-between-Energy-Balance-Milk-Produ

Campabadal, C. (2018). Efecto de la nutrición sobre la reproducción del ganado de leche. *Agrominerales*.

Cardenas, P., Durán, C., & Roa, J. (2007). Análisis de los sistemas de producción ganaderos y selección de especies forrajeras por métodos participativos en zona de ladera del norte del Valle del Cauca, Colombia. *Rev Col Cienc Pec*, 20(4), 9.

Castro, S., Galvis, R., López, A., & Giraldo, J. (2017). Efecto del nivel de suplementación con propilenglicol durante el período de transición a la lactancia sobre la actividad ovárica y el desempeño reproductivo en vacas Holstein. *Revista Lasallista de Investigación*, 14(2), 30-40. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-44492017000200030&script=sci\\_abstract&tlng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-44492017000200030&script=sci_abstract&tlng=en)

CONtexto ganadero. (07 de Marzo de 2018). *¿Cómo monitorear la natalidad para generar utilidades?* Obtenido de <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/como-monitorear-la-natalidad-para-generar-utilidades#:~:text=La%20tasa%20de%20natalidad%20es,calcular%20la%20natalidad%20en%20vacas.&text=Esto%20significa%20que%20una%20vaca,vacas%20paren%20cada%202%20>

Contreras, A., Thelen, K., Schmidt, S., Strieder-Barboza, C., Preseault, C., Raphael, W., . . . Lock, A. (2016). Adipose tissue remodeling in late-lactation dairy cows during feed-restriction-induced negative energy balance. *Journal of Dairy*

*Science*, 99(12), 10009-10021. doi:<https://doi.org/10.3168/jds.2016-11552>

Corrales, I. (2014). El efecto del estrés calórico en bovinos de leche. *Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro*, 85. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7133/ire%20estanley%20humayel%20corrales%20linares.pdf?sequence=1>

Cuartas, C., Naranjo, J., Tarazona, A., & Barahona, R. (2013). Uso de la energía en bovinos pastoreando sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala* y su relación con el desempeño animal. *Ces. Med. Vet. Zootec.*, 70-81. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1900-96072013000100006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-96072013000100006)

Cuenca, N., Chavarro, F., & Dias, O. (2008). El sector de ganadería bovina en Colombia. aplicación de modelos de series de tiempo al inventario ganadero. *Rev.fac.cienc.econ*, 16(1), 165-177. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfce/v16n1/v16n1a12.pdf>

Cunningham, J. (2003). *Fisiología veterinaria*. Madrid: Elsevier España.

Dinero. (28 de Marzo de 2018). *Este es el talón de Aquiles del sector agropecuario colombiano*. Obtenido de <https://www.dinero.com/edicion-impres/pais/articulo/fallas-del-sector-agropecuario-en-colombia/256769>

Domínguez, C., Ruiz, A., Pérez, R., Martínez, N., Drescher, K., Pinto, L., & Araneda, R. (2008). Efecto de la condición corporal al parto y del nivel de alimentación sobre la involución uterina, actividad ovárica, preñez y la expresión hipotalámica y

- ovárica de los receptores de leptina en vacas doble propósito. *Rev. Fac. Cienc. Vet*, 49(1), 23-36. Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-65762008000100004](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-65762008000100004)
- Duque, M., Olivera, M., & Rosero, R. (2011). Metabolismo energético en vacas durante la lactancia temprana y el efecto de la suplementación con grasa protegida. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24(1), 74-82. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2950/295022380010.pdf>
- Faire, C., Rugeles, C., Betancur, C., & Ramírez-López, C. (2015). Impacto del estrés calórico sobre la actividad reproductiva en bovinos y consideraciones para mitigar sus efectos sobre la reproducción. *Biosalud*, 84-94. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/biosa/v13n2/v13n2a07.pdf>
- Galvis, R., & Correa, H. (2002). Interacciones entre el metabolismo y la reproducción en la vaca lechera: es la actividad gluconeogénica el eslabón perdido? *Rev Col Cienc Pec*, 15(1), 36-50. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3243075>
- Gapel, C., & Althaus, R. (2007). Función ovárica posparto en vacas lecheras primíparas y. *Revista electrónica de Veterinaria*, 8(4), 5. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63613303002.pdf>
- Gómez, L., & Campos, R. (2015). *Efecto de dos suplementos energéticos sobre el control del balance energético negativo en vacas de producción de leche*. Tesis, Universidad Nacional de Colombia, Palmira.

- Gómez, L., & Campos, R. (2016). Control del balance energético negativo y comportamiento productivo y metabólico en vacas doble propósito bajo suplementación energética. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 7(1), 10. doi:ISSN 2145-6097
- Góngora, A., & Hernández, A. (2010). La reproducción de la vaca se afecta por las altas temperaturas ambientales. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 13(2), 141-151.
- Granja, Y., Cerquera, J., & Fernandez, O. (2012). Factores nutricionales que interfieren en el desempeño reproductivo de la hembra bovina. *Rev. Colombiana cienc. Anim*, 4(2), 458-472. Obtenido de file:///C:/Users/HP/Downloads/Dialnet-FactoresNutricionalesQueInterfierenEnElDesempenoRe-4167916%20(1).pdf
- Grigera, J., & Bargo, F. (2005). Evaluación del estado corporal en vacas lecheras. *Producción animal*, 9. Obtenido de [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/cria\\_condicion\\_corporal/45-cc\\_lecheras.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_condicion_corporal/45-cc_lecheras.pdf)
- Guzmán, M. (2018). La importancia de los quistes ovaricos en la ganaderia de leche bovina. *Universidad Cooperativa de Colombia*, 37. Obtenido de [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/6224/3/2018\\_importancia\\_quistes\\_ovaricos.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/6224/3/2018_importancia_quistes_ovaricos.pdf)
- Henao, G. (2001). Reactivación ovárica postparto en bovinos. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín*, 125-1302.
- Huertas, E. (2019). Balance energético negativo. *Universidad Coopertiva de Colombia*, 20. Obtenido de

[https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14629/3/2019\\_Balance\\_Energetico\\_Negativo.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14629/3/2019_Balance_Energetico_Negativo.pdf)

Humayel, I. (2014). *El efecto del estrés calórico en bovinos de leche*. Coahuila: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7133/ire%20estanley%20humayel%20corrales%20linares.pdf?sequence=1>

Kosteli, E., Sugaru, G., Haemmerle, J., Martin, J., Lei, R., Zechner, A., & Ferrante, J. (2010). Weight loss and lipolysis promote a dynamic immune response in murine adipose tissue. *J. Clin. Invest*, 120, 3466-3479.

Kucseva, D. (2012). Suplementación de bovinos para carne. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*, 12. Obtenido de [https://inta.gov.ar/documentos/suplementacion-de-bovinos-para-carne#:~:text=Suplementar%20es%20la%20acci%C3%B3n%20de,de%20un%20concentrado%20\(suplemento\).](https://inta.gov.ar/documentos/suplementacion-de-bovinos-para-carne#:~:text=Suplementar%20es%20la%20acci%C3%B3n%20de,de%20un%20concentrado%20(suplemento).)

Lammoglia-Villagómez, M., Cabrera-Nuñez, A., Alarcón-Zapata, M., Rojas-Ronquillo, R., Chagoya-Fuentes, J., & Rentería, I. (2019). Beneficios del Propilenglicol en el Parto en Cetosis Subclínica y Parámetros Productivos en el Trópico Veracruzano. *ABANICO VETERINARIO*, 9, 7. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/av/v9/2448-6132-av-9-01-e97-es.pdf>

Lanuza, F. (2006). Requerimientos de nutrientes según estado fisiológico en bovinos de leche. En H. Navarro, E. Siebald, & S. Celis, *Manual de producción de leche para pequeños y medianos productores* (pág. 16). Boletín INIA - Instituto de

- Investigaciones Agropecuarias. no. 148. Obtenido de  
<https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/7073>
- Leaño, L. (2008). *Influencia climática sobre la producción bovina*. Sincelejo: Universidad de Sucre. Obtenido de  
<https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/431/2/636.21L437.pdf>
- Lenis, Y., Ramón, N., Restrepo, J., Olivera, M., & Tarazona, A. (2010). Interferón Tau en la ventana de reconocimiento materno embrionario bovino. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 13(1), 17-28. Obtenido de  
<http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v13n1/v13n1a03.pdf>
- López, F. (2006). Relación entre condición corporal y eficiencia reproductiva en vacas holstein. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 77-86. Obtenido de  
file:///C:/Users/HP/Downloads/Dialnet-  
RelacionEntreCondicionCorporalYEficienciaReproduct-6117891.pdf
- Lucy, M., Staples, C., Michel, F., & Thatcher, W. (1991). Energy Balance and Size and Number of Ovarian Follicles Detected by Ultrasonography in Early Postpartum Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 74(2), 473-482.  
doi:[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78194-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78194-0)
- Maquez, M., Medina, L., & Dick, A. (2015). Efecto del estrés calórico sobre la fertilidad en vacas. *UNCPBA*, 56.
- Marroquin, A. (2018). Impacto del estrés calórico sobre los parámetros reproductivos del ganado bovino de leche. *Universidad Cooperativa de Colombia*, 21. Obtenido de

[https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/15775/4/2019\\_estres\\_calorico\\_parametros\\_reproductivos.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/15775/4/2019_estres_calorico_parametros_reproductivos.pdf)

McNamara, S., Murphy, J., Rath, M., & O'mara, F. (2003). Effects of different transition. *Livestock Production Science diets on energy balance, blood metabolites and reproductive performance in dairy cows*, 195-206.

Minagricultura. (17 de Agosto de 2018). *El sector agropecuario creció 3,8% en el PIB del segundo trimestre de 2021*. Obtenido de Minagricultura:

<https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/El-sector-agropecuario-creci%C3%B3-3,8-en-el-PIB-del-segundo-trimestre-de-2021.aspx>

Miranda, J., Benezra, M., & Colmenares, O. (2002). Efecto de la suplementación estratégica con germen de maíz sobre la producción de leche y reproducción de vacas de doble propósito. *Zootecnia Tropical*, 20(1), 31-47. Obtenido de <https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/1632/1/zt02004.pdf>

Morales, J., & Cavestany, D. (2012). Anestro posparto en vacas lecheras: tratamientos hormonales. *Veterinaria (Montevideo)(SMVU)*, 48(188), 3-11. Obtenido de <https://www.revistasmvu.com.uy/index.php/smvu/article/view/212>

Moyano, M., & Rodríguez, C. (2014). Suplementación energética y su efecto en el nivel de colesterol y el perfil hormonal preovulatorio en vacas. *Rev Salud Anim*, 36(2). Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0253-570X2014000200003#:~:text=Se%20ha%20descrito%20que%20vacas,actividad%20ov%C3%A1rica%20limitada%20\(5\).](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2014000200003#:~:text=Se%20ha%20descrito%20que%20vacas,actividad%20ov%C3%A1rica%20limitada%20(5).)

- Muñoz, D., & Serpa, G. (2011). *Influencia de la nutrición en el anestro postparto bovino de leche*. Cuenca: Universidad de Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3043/1/mv192.pdf>
- Navas, A. (2010). Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. *Revista de Medicina Veterinaria*, 19, 113-122.
- Nishany, K., Ramachandra, S., Kumara, M., Jayawardane, V., & Wijayagunawardane, M. (2013). Influence of Energy Balance on Reproductive Performance and Milk Production of Dairy Cows at Pre-partum and Early Lactation Periods. *International Journal of Animal and Veterinary Advances*, 5(3), 98-102. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/280247512\\_Influence\\_of\\_Energy\\_Balance\\_on\\_Reproductive\\_Performance\\_and\\_Milk\\_Production\\_of\\_Dairy\\_Cows\\_at\\_Pre-partum\\_and\\_Early\\_Lactation\\_Periods](https://www.researchgate.net/publication/280247512_Influence_of_Energy_Balance_on_Reproductive_Performance_and_Milk_Production_of_Dairy_Cows_at_Pre-partum_and_Early_Lactation_Periods)
- NutriNews. (28 de Agosto de 2019). *¿Cómo actúa el propilenglicol en la alimentación de vacas lecheras?* Obtenido de NutriNews: <https://nutricionanimal.info/como-actua-el-propilenglicol-en-la-alimentacion-de-vacas-lecheras/>
- Perdomo, M., Peña, L., Carvajal, J., & Murillo, L. (2017). Relación nutrición-fertilidad en hembras bovinas en clima tropical. *REDVET - Revista electrónica de Veterinaria*, 18(9), 19.
- Pinto-Santini, L., Drescher, K., Ruiz, A., Pérez, R., Domínguez, C., Benezra, M., & Martínez, N. (2009). Relación entre los niveles de glucosa e insulina sanguínea y



- el reinicio de la actividad ovárica en vacas de doble propósito con diferentes condiciones corporales al parto y diferente alimentación postparto. *Interciencia*, 34(5), 350-355. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33911403008>
- Ramírez, J., Zambrano, D., Campuzano, J., Verdecia, D., Chacón, E., Arceo, Y., . . . Uvidia, H. (2017). El clima y su influencia en la producción de los pastos. *REDVET Rev. Electrón. vet*, 18(6), 13. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63651420007.pdf>
- REDGATRO. (2015). Estado del arte sobre investigación e innovación tecnológica en ganadería bovina tropical. *REDGATRO CONACyT*, 277. Obtenido de [http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/11\\_11\\_43\\_Libro\\_Arte\\_Ganad\\_DP\\_Mexico.pdf](http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/11_11_43_Libro_Arte_Ganad_DP_Mexico.pdf)
- Restrepo, G. (2001). Reactivación ovárica postparto en bovinos. Revisión. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 1284-1302. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24399>
- Rivas, P., Suárez, Á., & Ramírez, E. (2011). Influencia de las hormonas metabólicas y la nutrición en el desarrollo folicular en el ganado: implicaciones prácticas. *Rev. Med. Vet*, 21, 155-173.
- Rojas, R. (2015). Manejo óptimo del pastoreo en el trópico bajo, punto de partida para mejorar la rentabilidad de la explotación. *Saenz Fety S.A.S*, 11. Obtenido de <http://lactividad.org/wp-content/uploads/2015/07/ARTICULO-PASTOS-TROPICO-15.pdf>

Rojas, R. (2019). Manejo óptimo del pastoreo en el trópico bajo. *Sáenz Fety*, 12.

Obtenido de [https://saenzfety.com/wp-content/uploads/2019/08/articulo\\_manejo\\_pastoreo\\_tropico\\_bajo\\_raul\\_rojas.pdf](https://saenzfety.com/wp-content/uploads/2019/08/articulo_manejo_pastoreo_tropico_bajo_raul_rojas.pdf)

Salvador, A., Hernández, R., Diaz, T., & Betancourt, R. (2011). Respuesta productiva y reproductiva al uso de la grasa sobrepasante con altos niveles de ácidos grasos

poli-insaturados en rumiantes. *ResearchGate*, 19. Obtenido de

[https://www.researchgate.net/publication/273003408\\_RESPUESTA\\_PRODUCTIVA\\_Y\\_REPRODUCTIVA\\_AL\\_USO\\_DE\\_LA\\_GRASA\\_SOBREPASANTE\\_CON\\_ALTOS\\_NIVELES\\_DE\\_ACIDOS\\_GRASOS\\_POLI-INSATURADOS\\_EN\\_RUMIANTES](https://www.researchgate.net/publication/273003408_RESPUESTA_PRODUCTIVA_Y_REPRODUCTIVA_AL_USO_DE_LA_GRASA_SOBREPASANTE_CON_ALTOS_NIVELES_DE_ACIDOS_GRASOS_POLI-INSATURADOS_EN_RUMIANTES)

Sanches, A., & Villegomez, J. (2010). Parámetros reproductivos de bovinos en reginoes tropicales de Mexico. *Universidad Veracruzana*, 55.

Sánchez, J. (2007). Utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación del ganado lechero. *XI Seminario manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal*, 17. Obtenido de

[http://nutriciondebovinos.com.ar/MD\\_upload/nutriciondebovinos\\_com\\_ar/Archivos/File/UTILIZACION\\_DE\\_PASTURAS\\_TROPICALES\\_POR\\_EL\\_GANADO\\_LECHERO.pdf](http://nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/nutriciondebovinos_com_ar/Archivos/File/UTILIZACION_DE_PASTURAS_TROPICALES_POR_EL_GANADO_LECHERO.pdf)

Sartori, R. (2009). Factores nutricionales que afectan el desempeño en programas reproductivos en bovinos de carne y de leche. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 5. Obtenido de <https://www.produccion->

animal.com.ar/informacion\_tecnica/cria\_condicion\_corporal/28-nutricionales\_reproduccion.pdf

Sepúlveda, N., Inostrosa, M., Peña, P., Risopatrón, J., & Rodero, E. (2001). El inicio de la función ovárica postparto en vacas lecheras primíparas y multíparas. *Arch. Zootec*, 50, 399-402.

Sepulveda, P., Wittwer, F., & Meléndez, P. (2017). Periodo de transición: importancia en la salud y bienestar de vacas lecheras. *CORFO*, 84.

Sierra, M. (2013). Evaluación del balance nutricional y comportamiento reproductivo de ganado lechero bajo un sistema silvopastoril intensivo en bosque seco tropical Colombiano. *Universidad Nacional de Colombia*, 93.

Tovio, N., Duica, A., & Grajales, H. (2008). Desarrollo embrionario y estrategias antiluteolíticas hormonales en programas de transplante de embriones bovinos. *Rev.MVZ Cordoba*, 13(1), 1240-1251. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v13n1/v13n1a15.pdf>

Trujillo, L., & Villamil, G. (2020). Hormonas esteroideas de origen sexual y su importancia en reproducción bovina. *Universidad Cooperativa de Colombia*, 20. Obtenido de [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/33195/1/2020\\_Hormonas\\_esteroideas\\_reproducci%C3%B3n.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/33195/1/2020_Hormonas_esteroideas_reproducci%C3%B3n.pdf)

Vélez, M., & Uribe, L. (2010). ¿Cómo afecta el estrés calórico la reproducción? *Biosalud*, 9(2), 13. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/biosa/v9n2/v9n2a09.pdf>

Zurek, E., Foxcroft, G., & Kennelly, J. (1995). Metabolic Status and Interval to First Ovulation. *Journal of Dairy Science*, 78(9), 1909-1920. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030295768163>