

NIVELES DE INSULINA Y GLUCOSA COMO INDICADORES DE EFICIENCIA REPRODUCTIVA Y PRODUCTIVA EN VACAS POSPARTO

(Levels as indicators insulin and glucose efficiency productive and reproductive in postpartum cows)

C. Rosales¹, H. Chamba-Ochoa¹, R.Chávez, M. Pesántez¹, y E. Benítez¹.

⁽¹⁾Universidad Nacional de Loja, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Contacto: hermogenes.chamba@unl.edu.ec

Resumen

El objetivo del presente estudio fue determinar las concentraciones plasmáticas de glucosa e insulina en hembras bovinas, a los 15, 30, 45 y 90 días posparto relacionándola con condición corporal, producción láctea y período parto primer celo. Se estudiaron 40 vacas *Holsteinfriesian*, distribuidas al azar en cinco rebaños localizados en el cantón Loja, Ecuador; Tomándose muestras sanguíneas después del ordeño, en ayuno, a los 15, 30 y 45 días post parto; se determinó niveles promedios de glucosa: 47.90; 47.09 y 46.43 mg/dl; y de insulina en: 5.54; 5.05 y 5.28 μ U/ml, respectivamente, concluyendo que las concentraciones sanguíneas de glucosa e insulina son bajas durante el posparto y que altos niveles de glucosa y bajas concentraciones de insulina son característicos del intervalo parto-celo entre 46 y 90 días, debido a que la glándula mamaria utiliza glucosa como fuente de energía para síntesis de lactosa, variando según el número de parto, siendo mayor en vacas con cinco y seis partos; siendo los niveles de insulina altos en vacas con tres y cuatro partos. No obstante, los altos niveles de glucosa y bajas concentraciones de insulina son característicos del intervalo parto-celo entre los 46 y 90 días ya que las bajas concentraciones de insulina redirigen a la glucosa hacia la glándula mamaria. Este trabajo confirma que la CC al parto es un factor determinante en el reinicio de la actividad ovárica ya que la insulina influencia la secreción de GnRH, LH y FSH, que actúan directamente en el ovario influyendo sobre la sensibilidad a las gonadotrofinas.

Palabras clave: Balance proteico-energético, período de transición, condición corporal.

Abstract

The aim of this study was to determine plasma concentrations of glucose and insulin in bovine females, at 15, 30, 45 and 90 days postpartum relating it to body condition, milk production and calving first heat period. 40 Holstein Friesian cows, randomly distributed in five herds located in the canton Loja, Ecuador were studied; Taking blood samples after milking, with fasting, at 15, 30 and 45 days post partum; average glucose levels were determined: 47.90; 47.09 and 46.43 mg / dl; and insulin: 5.54; 5.05 and 5.28 uU / ml, respectively, concluding that blood levels of glucose and insulin levels are low postpartum and high glucose levels and low insulin concentrations are characteristic of the interval from calving to estrus between 46 and 90 days because the mammary gland uses glucose as an energy source for synthesis of lactose, varying according to the number of birth, being higher in cows with five and six births; It is high insulin levels in cows with three and four deliveries. However, high levels of glucose and insulin concentrations are low range characteristic parturition-estrus between 46 and 90 days since the low concentrations of insulin to glucose redirect to the mammary gland. This work confirms that CC childbirth is a factor in the resumption of ovarian activity and influence insulin secretion of GnRH, LH and FSH, which act directly on the ovary influencing sensitivity to gonadotropins.

Keywords: Energy-protein balance, transition period, body condition.

Introducción

La primera fase de la lactancia coincide con condiciones metabólicas adversas, originadas en el déficit energético ocasionado por el bajo consumo de energía y la alta producción lechera. Miettinen (1995) refiere que el balance energético negativo (BEN) provoca cambios en concentraciones de glucosa y de hormonas relacionadas con el metabolismo intermediario de la energía, que se expresa con hipoglicemia e hipoinsulinemia; la hipoinsulinemia en la fase inicial de la lactancia es parte de una serie de cambios coordinados que ocurren alrededor del tiempo del parto para soportar la lactancia. Bajos niveles de insulina plasmática reducen el consumo de glucosa por tejidos periféricos (adiposo y muscular) y, facilita un mayor consumo de glucosa por la glándula mamaria. Matthew (2008) afirma que en vacas con balance energético negativo (niveles de glucosa por debajo de 30 mg/dl) la fertilidad es reducida.

Giraldo *et al.* (2009) concluyen que concentraciones alteradas de insulina (niveles bajos) pueden afectar el desarrollo folicular, madurez y sensibilidad al estímulo de la hormona luteinizante (LH), lo que podría conducir a anovulación y formación de quistes, también investigaciones recientes, han demostrado que vacas productoras de carne durante el anestro posparto con bajas concentraciones plasmáticas de insulina son incapaces de ovular un folículo

dominante en respuesta al amamantamiento restringido, a pesar de presentar incremento en la frecuencia pulsátil de LH. (Domínguez *et al.*, 2007).

La glucosa es un metabolito básico para el desempeño fisiológico, productivo y reproductivo, necesario para la producción de lactosa y por consiguiente determinante en la lactogénesis, es el sustrato energético más importante para favorecer el metabolismo energético e incrementar la producción láctea, más aún en vacas lecheras a pastoreo, ya que es originada casi exclusivamente a partir de la gluconeogénesis hepática (Reynolds *et al.*, 2003). Durante el período comprendido entre las tres semanas previas al parto y las tres semanas posteriores a éste, la gluconeogénesis puede no estar totalmente estimulada. Esto se debe a una baja disponibilidad de precursores en dietas de baja calidad o a una falla en la adaptación hepática preparto, favoreciendo la presentación de balance energético negativo (BEN) y la lipomovilización (Bruss, 2008 y Block, 2010).

En vacas en lactancia temprana, estos fenómenos son fisiológicos, sugiriendo que éstas pueden ser susceptibles a esteatosis e hipercetonemia al presentar bajos niveles de insulina (Basogluet *et al.*, 1998). La glándula mamaria es capaz de utilizar glucosa con bajos niveles de insulina, y dadas las altas demandas de glucosa para la producción lechera, la toma de glucosa por la glándula mamaria afecta la glicemia, la cual debe estabilizarse por incremento en la tasa de gluconeogénesis, así como por la disminución en las tasas de oxidación de la glucosa (Madsen, 1883).

El balance nutricional de la ración influye sobre indicadores metabólicos como son glucosa, insulina, factor 1 insulinoide de crecimiento (IGF-1), colesterol, urea (BUN), ácidos grasos no esterificado (AGNEs). Las concentraciones de insulina e IGF-1 aumentan gradualmente durante el postparto. Las vacas en BEN tienen menor concentración de insulina e IGF1. La insulina e IGF-1 influyen la secreción de GnRH y LH. El control endocrino está influenciado por los tejidos que responden al estado metabólico o nutricional del animal (Giraldo *et al.*, 2009).

Matthew (2008) han demostrado la importancia de la insulina como señal mediadora en los efectos de los cambios agudos en la ingesta de nutrientes sobre la reproducción de las vacas de leche. Sin embargo, es importante recordar que aunque las dietas altas en almidón incrementan la secreción de insulina, un aporte excesivo de almidón fermentable tiene el potencial de inhibir la ingesta de materia seca y, por lo tanto, puede disminuir cualquier potencial beneficio de la manipulación de la dieta en la función ovárica (Galvis *et al.*, 2003).

Ante un déficit energético en el que la dieta no llega a cubrir los requerimientos, el organismo produce un fenómeno llamado switch (Interruptor) corporal entre las diferentes fuentes de energía, y comienza a utilizar las reservas energéticas endógenas con una eficacia promedio del 80% (Cortes, 2011), el evento crítico puede ser el aumento de glucosa en sangre. El

incremento de glucosa ocurre cuando la síntesis de glucosa excede a la demanda. Un aumento en la concentración de insulina eleva los rGH hepáticos y IGF-1 hepático. El incremento de IGF-1 realiza un feedback negativo sobre la GH y la disminución de ésta reduce la movilización grasa desde el tejido adiposo. (Matthew, 2008). El incremento de la insulina también produce un descenso en los rGH del tejido adiposo y reduce la respuesta del tejido graso a la GH, y la relación entre la insulina y el sistema de somatotropina, por lo tanto, asegura una respuesta coordinada a los cambios en la demanda y disponibilidad de nutrientes durante la lactancia temprana. (Giraldo *et al.*, 2009).

El término “perfil metabólico” involucra el estudio de diferentes grupos de parámetros sanguíneos para monitorear el estado metabólico y de salud de las vacas lecheras (Payne, 1989), por lo que se planteó como objetivo: determinar las concentraciones plasmáticas basales de glucosa e insulina en vacas en ayuno, a los 15, 30, 45 y 90 días post parto y su relación con la condición corporal, producción láctea y período parto primer celo.

Materiales y métodos

La Investigación se realizó en el cantón y provincia de Loja, Ecuador, ubicada a $3^{\circ}53'18,49''$, a 2100 msnm de altitud, de clima templado, con una temperatura media anual de 18°C, precipitación de 900 mm/año y, humedad relativa del 77%. (Estación Meteorológica La Argelia, Universidad Nacional de Loja, 2013). Se estudiaron 40 vacas, en los días 15, 30, 45 y 90 post parto, se calificó la condición corporal, se cuantificaron los rendimientos lácteos y, se registró el reinicio de la actividad ovárica en un máximo de 90 días. Las muestras de sangre fueron extraídas de la vena yugular, en la mañana, de vacas en ayuno, después del ordeño; las variables de estudio fueron: niveles plasmáticos de insulina y glucosa y, su interrelación con: periodo de presentación de celo, periodo parto – concepción, producción de leche y condición corporal.

Los análisis se realizaron en el “Laboratorio de Diagnóstico Veterinario” de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia y en el Centro de Biotecnología de la Universidad Nacional de Loja, para la determinación de los niveles plasmáticos de insulina (UI/ml) se utilizó la técnica de ELISA con el kit AccuBind Elisa Microwells, que se basa en el uso de antígenos o anticuerpos marcados con una enzima, de forma que los conjugados resultantes tengan actividad tanto inmunológica como enzimática. Al estar uno de los componentes (antígeno o anticuerpo) marcado con una enzima e insolubilizado sobre un soporte (inmuno adsorbente) la reacción antígeno-anticuerpo quedará inmovilizada y, por tanto, será fácilmente revelada mediante la adición de un substrato específico que al actuar la enzima producirá un color observable a simple vista o cuantificable mediante el uso de un espectrofotómetro o un colorímetro.

Los niveles plasmáticos de glucosa (mg/dl) se midieron con el Test Fotométrico Enzimático "GOD-PAP", con el equipo MICROLAB 300, el test consiste en la determinación de la glucosa después de la oxidación enzimática por la glucosa oxidasa. El indicador colorimétrico es la quinoneimina, la cual se genera de la 4-aminoantipirina y el fenol por el peróxido de hidrógeno bajo la acción catalítica de la peroxidasa (reacción de Trinder).

La condición corporal se la estableció en una escala entre 1 a 5 grados; se registraron la hora de toma de muestras y de análisis. Los rendimientos de leche se determinaron diariamente y se promedió para cada periodo puerperal de estudio.

Resultados

Niveles de glucosa e insulina, según condición corporal.

Los niveles de insulina variaron entre 3.34 y 5.76 μ UI/ml. Se observó, en términos generales, menores niveles de insulina a mayor condición corporal en todos los periodos post parto de estudio, resaltándose que las vacas de condición corporal entre 2 a 3 puntos mostraron las mayores concentraciones de insulina en todos los periodos post parto, apreciándose diferencias significativas ($p < 0.005$) entre los diferentes periodos post parto.

Los niveles de glucosa variaron entre 43.35 y 49.39 mg/dl, observándose a mayor condición corporal (CC) mayor concentración de glucosa, aunque no se observa diferencias altamente significativas de las concentraciones plasmáticas de glucosa entre los diferentes periodos de posparto en este estudio. Las vacas que presentaron una condición corporal baja (2-2.5) en los periodos de 15 y 30 días PP mostraron una tendencia leve hacia la baja en las concentraciones plasmáticas de glucosa. Durante los primeros 45 días PP, las vacas con una condición corporal de 2.6 a 3 puntos mostraron concentraciones plasmáticas de glucosa similares, existiendo una diferencia aproximada de 2 mg al inicio del puerperio.

Concentraciones de glucosa e insulina en relación a la producción láctea.

Las vacas de baja producción lechera (6 a 10 lit/vaca/día) como las de alta producción (36 a 40 lit/vaca/día) presentaron concentraciones próximas al valor basal normal (nadir), pero se observó que independientemente de los rendimientos de leche los niveles de este metabolito fluctúa durante el Post Parto, ver tabla 2.

Concentraciones de glucosa e insulina, según presentación de celo post parto.

El 25% de las vacas en estudio reiniciaron la ciclicidad ovárica entre los 46 a 90 días PP y mostraron las menores concentraciones de insulina, este dato es importante porque las vacas de este grupo arrojaron concentraciones altas de glucosa en el mismo periodo, por lo que resultó que la glucosa es inversamente proporcional a la insulina en el periodo antes mencionado,

Discusión

En el presente estudio se observó que mientras se incrementa la producción de leche y la condición corporal, la glucosa desciende significativamente, estos resultados no coinciden con los obtenidos por Pinto-Santiniet al.(2009) quienes afirmaron, que la concentración de glucosa sérica no fue afectada por la condición corporal ni por el nivel de alimentación post parto, determinando valores de 52-72mg/dl. Tampoco coinciden con los de Ceballos *et al.* (2002) quienes concluyeron que la correlación entre la condición corporal y la glicemia no fue significativa.

Giraldo *et al* (2009) manifestaron que las hembras con una menor condición corporal a 7 (en una escala de 1 a 9) sufrieron un descenso significativo ($P < 0.05$) más drástico en la glicemia entre el pre parto (4.4 ± 1.2) y el postparto (3.2 ± 0.8), puesto que disponían de menores reservas para compensar el déficit energético, lo que confirma que la concentración de glucosa en plasma es afectada por la condición corporal.

Los niveles de insulina se presentaron de manera variable en las vacas de diferente condición corporal, así las vacas de mejor condición corporal (3.1-3.5) mostraron concentraciones inferiores a las obtenidas por Pinto-Santiniet al. (2009), en tanto, que las concentraciones obtenidas de este metabolito en vacas entre 2 a 3 puntos de condición corporal, están en los rangos obtenidos por los autores citados.

Los valores determinados de insulina disminuyen conforme avanza la edad en las vacas, este descenso comienza a darse a partir de los 5 a 7 años de edad. Son similares a los reportados por Jiménez (2009). En el caso de la glucosa, los niveles sanguíneos estuvieron próximos al límite inferior de los niveles basales. No obstante, las concentraciones plasmáticas de glucosa disminuyeron en menor medida pero gradualmente a partir de los 15 hasta los 45 días post parto, discrepando con los de Galvis *et al.* (2003), quienes determinaron valores de glicemia altos en el periodo postparto y, éstos aumentaron conforme avanzaba la lactancia.

Los niveles de insulina, tuvieron un comportamiento variable en relación con el período postparto, divergiendo con los de Galvis *et al.*(2003), quienes obtuvieron valores plasmáticos de insulina en aumento y que no presentaron diferencias significativas entre los periodos de muestreo: 12, 24, 35 y 100 días postparto.

Las concentraciones de insulina, presentaron variaciones significativas en el día 15, 30 y 45 postparto, presentando concentraciones de 5.54, 5.05 y 5.28 uUI/ml, respectivamente, las cuales, no parecen tener correspondencia con el progresivo incremento de leche. Estos resultados son similares con los determinados por los de Galvis *et al.* (2003), quienes encontraron una relación significativa ($p < 0.05$) y con pendiente negativa entre la producción de leche y los valores de insulina plasmática, es decir los valores de insulina disminuyeron conforme aumentó la producción de leche, comportamiento también observado en este estudio.

Los niveles de insulina en los grupos de vacas postparto del presente estudio coinciden con los resultados del experimento y las conclusiones a que llegó Matthew (2008), que hallaron que las vacas que produjeron entre 1 hasta 10 litros presentaron niveles insulínicos más altos que las vacas de alta producción.

Las vacas que presentaron celo post parto después de 90 días presentaron niveles de insulina altos y niveles glucémicos bajos, demostrando que las concentraciones plasmáticas de glucosa están disminuidas en vacas con BEN (Beam y Butler, 1999; Butler, 2000) y se conoce que la insulina estimula las células foliculares bovinas in vitro (Spicer *et al.*, 1993) e in vivo (Simpson *et al.*, 1994 y López, 2002). La insulina influencia la secreción de GnRH y LH.

Conclusiones

Considerando que algunos metabolitos y hormonas presentes en la sangre, entre los que destacan la glucosa e insulina, actúan como señales del estado nutricional y/o balance energético (BE) a nivel central y local, las cuales pueden influir a nivel hipotalámico en la secreción de GnRH; y que los bajos niveles de glucosa e insulina pueden reducir la capacidad de respuesta ovárica a la acción de las gonadotrofinas.

Las concentraciones sanguíneas de glucosa e insulina son bajas durante el posparto y que altos niveles de glucosa y bajas concentraciones de insulina son característicos del intervalo parto-celo entre 46 y 90 días, debido a que la glándula mamaria utiliza glucosa como fuente de energía para síntesis de lactosa, variando según el número de parto, siendo mayor en vacas con cinco y seis partos; siendo los niveles de insulina altos en vacas con tres y cuatro partos. No obstante, los altos niveles de glucosa y bajas concentraciones de insulina son característicos del intervalo parto-celo entre los 46 y 90 días ya que las bajas concentraciones de insulina redirigen a la glucosa hacia la glándula mamaria. Este trabajo confirma que la CC al parto es un factor determinante en el reinicio de la actividad ovárica ya que la insulina influencia la secreción de GnRH, LH y FSH, que actúan directamente en el ovario influyendo sobre la sensibilidad a las gonadotrofinas.

Las variaciones significativas de algunos metabolitos sanguíneos indicadores del metabolismo energético en los animales objeto de estudio, junto con niveles estables de triglicéridos y colesterol total y además de una escasa variación en la condición corporal, indican un moderado balance energético negativo, el cual no compromete la salud de las hembras estudiadas. Se pueden apreciar disminuciones más drásticas en los niveles sanguíneos de glucosa y lipoproteínas HDL en las hembras con menor CC. Estas variaciones se pueden relacionar con una mayor dificultad para compensar el déficit energético de la lactancia temprana, contrastando con los niveles ascendentes de colesterol total y LDL en las hembras de mayor CC.

Se puede concluir entonces que, el estado de CC no influyó sobre las concentraciones de los metabolitos sanguíneos durante el pre y posparto de las hembras de cría Brahman, y que las variaciones en algunos de ellos son atribuidas al parto y a la lactancia temprana.

La CC como reflejo de las reservas energéticas de los bovinos, es útil para prever el futuro desempeño reproductivo posparto en hembras de carne, por su influencia sobre la dinámica folicular, la actividad ovárica, la función endocrina y la tasa de preñez. De esta forma, aunque se obtiene respuesta satisfactoria a los protocolos de sincronización del estro y la ovulación en hembras con baja CC, se demuestra que la nutrición tiene un papel determinante en los resultados obtenidos a través de los mismos. El mecanismo por el cual las reservas de energía ejercen su efecto sobre la reproducción parece estar mediado por la acción de éstas sobre la secreción de LH a nivel pituitario.

Se pudo determinar que los factores que influenciaron los cambios de peso de las vacas durante el postparto fueron: el número de parto, el peso corporal 15 días antes del parto y el peso corporal al momento del parto, alcanzando coeficientes de determinación de 0,84 ($P < 0,001$) a 0,94 ($P < 0,001$) hasta los 105 días postparto. A los 120 días empezó a desaparecer este efecto ($P < 0,004$, $r^2 = 0,32$) alcanzando un valor no significativo ($P < 0,12$, $r^2 = 0,15$) a los 135 días postparto. Cuando se analizaron estos mismos valores de peso como porcentaje del peso inicial, el número de parto explicó en menor proporción las variaciones del peso corporal, alcanzando valores de coeficientes de determinación en el rango de 0,04 ($P < 0,48$) a 0,21 ($P < 0,01$), encontrándose efecto significativo ($P < 0,05$) del orden del parto sobre la variación del peso únicamente a los 15 y 60 días postparto, con coeficientes de determinación que variaron entre 0,15 y 0,21. Como era de esperarse, el número de parto, la condición corporal 15 días antes del parto y la condición corporal al momento del parto también presentaron efecto sobre los cambios en la condición corporal postparto de las vacas. Los coeficientes de determinación variaron entre 0,34 ($P < 0,001$) y 0,62 ($P < 0,001$). El análisis de la condición corporal de las vacas como porcentaje de variación con relación a la condición corporal preparto no reveló efectos significativos del número de parto. Los resultados arrojados por el análisis de varianza señalan que no existió efecto estadísticamente significativo ($P > 0,05$) del número de parto,

sobre los valores sanguíneos de AGNE hasta los 75 días postparto, presentando coeficientes de determinación que variaron desde 0,02 hasta 0,23. Además, los AGNE no fueron un indicador claro y contundente de la movilización de reservas corporales representada en las variaciones de peso y de condición corporal, como ha sido reportado por otros autores en otros estudios (Ceballos y Andaur, 1999; Villa, 1999). El análisis discriminante fundamentado en el peso y condición corporal de las vacas antes del parto y al momento del parto, permitió determinar diferencias estadísticas entre las vacas que presentaron estro y servicio fértil y aquellas que no lo presentaron, creando la posibilidad de predecir el potencial reproductivo futuro de las vacas. A pesar de una adecuada condición corporal al momento del parto y de una recuperación rápida de las vacas durante el postparto, se presentó un bajo porcentaje de actividad éstrica, advirtiendo posiblemente un efecto negativo de otros factores sobre la actividad reproductiva postparto de las vacas

A los 45 días postparto no pudieron evidenciarse los efectos del nivel de alimentación luego del parto sobre ninguna de las variables evaluadas. Sin embargo, la condición corporal (CC) al parto provocó cambios importantes en el metabolismo animal, evidenciados en la mayor producción de INS de las vacas de AC y, por lo tanto, en la ruta utilizada para captar la GLU disponible. En las vacas de BC, la reducción de la concentración de INS pudiera indicar una prioridad de utilización de la GLU hacia el tejido adiposo a través de transportadores de glucosa no dependientes de INS (GLUT-1). Por el contrario, en las vacas de AC, el mecanismo de captación de GLU por el tejido adiposo pudiera ser dependiente de INS. El mecanismo de utilización de la GLU disponible en vacas mestizas postparto es aún poco claro, sobre todo en lo que respecta a la coordinación de nutrientes entre la producción de leche y/o la reposición de tejidos luego del parto. Desde el punto de vista reproductivo este trabajo confirma que la CC al parto es un factor determinante en el reinicio de la AO. Las vacas de alta CC al parto presentaron mayor población de folículos de la C3 y número de CL durante el periodo experimental que las vacas que parieron con baja CC.

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTE.

<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030317/031706.pdf>

Clic Fuente



MÁS ARTÍCULOS