

RELACIÓN ALBUMINA Y BETA-HIDROXIBUTIRATO EN SANGRE CON REINICIO DE ACTIVIDAD OVÁRICA POS PARTO EN VACAS DE DIFERENTE RAZA EN SISTEMAS DOBLE PROPÓSITO DE LOS LLANOS VENEZOLANOS

Ruiz Ana¹, Domínguez Carlos², Pérez Jose³

¹ Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias.

² Universidad Nacional Experimental de los llanos centrales Rómulo Gallegos. Área de Agronomía.

³ Universidad Nacional Experimental de los llanos centrales Rómulo Gallegos.
jorapevet@gmail.com

RESUMEN

Para elevar los niveles de eficiencia reproductiva en los rebaños de sistemas doble propósito del llano Venezolano, se requiere identificar las vacas mejor adaptadas a las condiciones agroecológicas, alimenticias y sanitarias, lo que le permitirá recuperar rápidamente las condiciones de homeostasis orgánica, después de eventos reproductivos como la gestación y parto, con esto elevar los índices reproductivos; para esto es necesario profundizar en el conocimiento de los procesos fisiológicos que ocurren durante el periodo pos parto, a través de la aplicación de métodos diagnósticos prácticos, confiables y de fácil acceso para el productor. Se planteó el objetivo de relacionar los niveles sanguíneos de beta hidroxibutirato (BHBA) y albumina (AL) durante el posparto temprano, con el reinicio de la actividad ovárica (AO) en vacas de las razas: Siboney, Carora, F1 (Holstein x Brahman) y Gyr, condición corporal entre 2,5 y 3, sin signos ni síntomas de afecciones infecto contagiosas o adquiridas. Se comprobó en las razas estudiadas la existencia de correlación positiva ($p < 0,014$) del BHBA sanguíneo con los procesos de reinicio de la actividad ovárica, además correlación negativa ($p < 0,0001$) de AL con los niveles de BHBA. La aparición de CL 2 se correlacionó positivamente con el número de F3 ($p < 0,007$) presentes en todos los grupos de vacas. Los resultados permiten concluir que la metodología diagnóstica aplicada para relacionar BHBA y AL durante el periodo pos parto, resultado eficiente, además se pudo evidenciar que las vacas de raza Carora y Siboney, mostraron mejor adaptación metabólica y AO, frente a las condiciones a que estuvieron sometidas en el experimento.

Palabras claves: Vacas, pos parto, infertilidad.

Relationship lipid and protein metabolism with restart of postpartum ovarian activity in cows of different breed in dual purpose systems of the Venezuelan plains.

ABSTRACT

To increase reproductive efficiency levels in herds of double purpose systems of the Venezuelan plain, it is necessary to identify the cows best adapted to the agroecological conditions, nutritional and sanitary that allow him to recover quickly the conditions of organic homeostasis, after reproductive events and physiological, with this to elevate the reproductive indexes; For this, it is necessary to deepen the knowledge of the physiological processes that occur during the postpartum period, through the application of practical, reliable and easily accessible diagnostic methods for the producer. The objective of linking the blood levels of beta hydroxybutyrate (BHBA) and albumin (AL) during the early postpartum period with the resumption of ovarian activity (AO) in cows of the breeds was proposed: Siboney, Carora, F1 (Holstein x Brahman) and Gyr, with body condition between 2.5 and 3, who showed no signs or symptoms of contagious or acquired infectious conditions. The existence of positive correlation ($p < 0.014$) of blood BHBA with the processes of restarting ovarian activity was confirmed in the studied races, as well as negative correlation ($p < 0.0001$) of LA with BHBA levels. The appearance of CL 2 correlated positively with the number of F3 ($p < 0.007$) present in all groups of cows. The results allow us to conclude that the diagnostic methodology applied to relate BHBA and LA during the postpartum period, proved to be efficient, and it could be shown that Carora and Siboney cows showed better metabolic adaptation and AO, compared to the conditions they were in. submitted in the experiment.

Key words: cows, postpartum, infertility

INTRODUCCIÓN

En Venezuela, los sistemas de producción doble propósito representan más del ochenta por ciento de las unidades de producción, encargadas de la producción de leche y carne; no es un secreto que dichos sistemas se han mantenido por muchas décadas estancados en su producción.

Estos sistemas de producción mayoritariamente se manejan de forma extensiva y están poco intervenidos tecnológicamente, sus rebaños se conforman de animales con diferentes proporciones raciales (*Bos indicus x Bos taurus*), aplicando patrones de cruzamiento sin la orientación de las necesidades del mercado, ni las condiciones agroecológicas que determinan la disponibilidad de alimento en la zona, mucho menos considerando requerimientos fisiológicos de cada tipo de animal, la influencia de estos requerimientos sobre la salud y el reinicio de la actividad reproductiva postparto.

Pinto et al., 2009, señala que todas las vacas y en mayor grado vacas de alta producción de leche, durante el periodo intermedio de la gestación aumentan los depósitos o reservas de grasa corporal, para poder ser movilizadas durante el periodo de inicio de lactación, esto queda demostrado a través de la mejora en la condición corporal, que se alcanza cuando restan pocas semanas para el parto. En la práctica, esta estrategia garantiza el mantenimiento de la condición corporal postparto y la disminución de los riesgos de problemas metabólicos asociados a funcionamiento hepático y problemas de salud como infecciones del tracto reproductivo, durante el mismo periodo (Ingvartsen et al., 2003). Una adecuada condición corporal posparto asociada con edad de la vaca y número de partos, es garantía de un temprano reinicio de la actividad ovárica y nivel de producción láctea, (Henaó, 2000).

La tipología racial y nivel de producción de leche, son también factores asociados a la respuesta metabólica postparto. Las vacas mestizas, por su tipología genética (menor producción de leche y menor talla corporal), durante el periodo postparto requieren menores exigencias energéticas, que vacas de alta producción lechera (Novotny et al. 2008), pudiendo recuperar su balance energético con mayor facilidad y en menor tiempo (Galvis et al. 2007; Pérez & Domínguez, 2010). Después del parto, se ha comprobado la importancia que tiene el balance energético negativo (BEN) que sufre la vaca, considerándose este el responsable del compromiso en la respuesta inmune de las vacas durante el periodo temprano después del parto (Pérez & Domínguez. 2010).

Todo esto orientó a los investigadores a enfocarse en valorar métodos que permitan medir la relación y grado de importancia que tiene la nutrición sobre la respuesta inmune, durante el crítico periodo postparto de la vaca de alta producción lechera, a manera de predecir su futuro comportamiento reproductivo y con esto poder identificar los animales más aptos para sus particulares sistemas de producción, así como también poder orientar la aplicación de medidas de manejo, alimentario, sanitario y reproductivo. En sistemas intensivos y con vacas de alta producción está muy bien estudiado, la relación de la nutrición con metabolismo y funcionamiento hepático (Huzzey et al., 2014). Estos estudios nos pueden servir de guía para implementar estrategias de monitoreo (LeBlanc. 2010) y diagnóstico en sistemas doble propósito.

Es muy poco lo que conocemos sobre las relaciones entre salud reproductiva y manejo alimentario del periodo de transición pre/post parto en rebaños de sistemas doble propósito con diferente tipología racial, esto limita el enfoque de la selección genética que permita mejorar índices reproductivos y productividad de los mismos. Meikle y col., (2018), evidencio diferencias en las variables endócrinas y metabólicas en líneas genéticas de hembras con base Holstein uruguayana (HU) vs Nueva Zelandesas (HFNZ) en sistemas pastoriles, sugiriendo una partición de nutrientes y energía diferente entre grupos; en la que las vacas HU utilizan mayor energía proveniente de las reservas corporales, mientras que en las HFNZ habría un menor gasto de energía de mantenimiento, esto asociado a su menor talla corporal.

Para lograr lo anteriormente expuesto se requieren métodos de diagnósticos confiables pero también prácticos y de fácil acceso para el productor. La identificación, cuantificación y relación entre los niveles de cetonas en sangre y proteínas en suero sanguíneo, pudiesen servir como marcadores biológicos de la respuesta metabólica (Campos et al., 2004).

Como marcadores de respuesta metabólica en vacas, se han identificado entre otros el beta hidroxibutirato (BHBA) (Huzzey et al., 2014), y la albumina (AL) (Campos et al., 2004), circulantes en sangre de vacas durante el periodo pre y postparto. Ambos metabolitos han comprobado que pueden ser muy útiles en el estudio de las relaciones entre adaptación y producción.

El BHBA, es reconocido como el mejor representante de la movilización de lípidos en el organismo y conjuntamente con la condición corporal sirven de herramienta en la evaluación de las reservas lipídicas durante el periodo de balance energético negativo. El BHBA, sirve de fuente de energía al organismo en situaciones de déficit de glúcidos y lípidos en los rumiantes, sus precursores son los lípidos o ácidos grasos de la dieta que son depositados en la grasa corporal, además del ácido butírico producido en el rumen y que vía transformación de acetoacetico pasa a la sangre como BHBA cuando se requiere producir lactosa (Wittwer, 2000).

Concentraciones circulantes elevados de cuerpos cetónicos también son perjudiciales para el rendimiento reproductivo, se ha observado que las vacas con mayores cuerpos cetónicos circulantes (BHBA, acetona y ácido acetoacetico) durante las semanas 4 a 6 postparto tardaron más tiempo en quedar embarazadas que compañeras con menores niveles de cuerpos cetónicos (Butler, 2014 y Wankhade et al., 2017). La proteínas totales (PT) y la albumina (AL) han sido usados como indicadores sanguíneos de los metabolitos nitrogenados (Wittwer, 2000).

La AL, es sintetizada en el hígado y su concentración puede ser modificada por su aporte en la dieta, pero su concentración sanguínea en mayor parte depende de la síntesis hepática. Bajos niveles de síntesis en el hígado ocurre durante el periodo de inicio de la lactación, por engrosamiento del hígado y por la mayor demanda de aminoácidos para sintetizar leche (Contreras, 2000). Bajas concentraciones de AL están asociadas a baja producción y calidad en la leche; en rebaños lecheros se ha observado que la recuperación en las concentraciones sanguíneas de albumina para la semana diez posparto, se asocian a mayor producción y mejor fertilidad.

El objetivo que nos planteamos con esta investigación fue, relacionar los niveles

sanguíneos de beta hidroxibutirato y albumina con el reinicio de la actividad ovárica en vacas Siboney, Carora, F1 (Holstein x Brahman) y Gyr, en sistemas doble propósito de los llanos venezolanos.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Localización:

Región llanera del país, estado Barinas. Precipitación anual entre 1000 y 1200 mm, marcada estacionalidad lluviosa durante Mayo a Octubre y una estación seca desde Noviembre hasta Mayo. Altitud entre 90 a 120 msnm. Vegetación predominante de sabanas y bosque deciduo, con áreas de potreros de forrajes introducidos.

Materiales y métodos:

Se seleccionaron 4 grupos de vacas preñadas de diferente raza (R), en el último mes de gestación (n=65), con uno a cinco partos previos, con condición corporal (CC) entre 2,5 y 3 (Fattet & Jaurena, 1988), que no presentaran signos ni síntomas de afecciones infecto contagiosas o adquiridas. Todas las vacas se mantuvieron a pastoreo (*Urochloa brizantha*), durante la tarde y noche, con suplementación de 1,5 kg de alimento concentrado previo al único ordeño del día. Todas las vacas se evaluaron antes de la primera toma de muestras para constatar la ausencia de afecciones adquiridas durante el parto o periodo postparto temprano. Cuadro 1.

Cuadro 1. Número de vacas (n= 68) en el experimento, agrupadas por tipología.

| RAZA | N ^a vacas |
|--------------------------|----------------------|
| CARORA | 19 |
| SIBONEY | 17 |
| F 1 (Holstein x Brahman) | 16 |
| GYR | 16 |

Todas las vacas fueron muestreadas entre la cuarta semana y quinta semana (33 a 40 días postparto) donde suponemos fundamentados en la bibliografía revisada, que se ha completado el proceso de involución uterina; para obtener las siguientes muestras:

1. Venopuntura de la vena coccígea media, para la obtención de sangre, para determinación de niveles sanguíneos de cuerpos cetónicos y niveles séricos de albumina. Se extrajeron 10 mililitros (mL) de sangre en tubos estériles, por venopunción de la vena coccígea media, se procede a determinar las concentraciones sanguíneas de cuerpos cetónicos (BHBA), aplicando una gota de sangre fresca en la cinta para determinación de cetona del *Optium Xceed* (Figura.2) en ambiente entre 20 y 25 °C, según método Gorissen. (2008) y Smith et al. (2014).
2. El resto de la sangre extraída se deja reposar por 10 minutos a temperatura

ambiente y se centrifugan a 2000 rpm durante 10 minutos, se extrae el suero y se trasvasa a viales, para ser colocadas a - 4 grados centígrados y ser transportadas al laboratorio, quedando almacenadas a - 20 grados centígrados, hasta su procesamiento (2 a 3 días) para determinar niveles de AL por la técnica de Verde Bromocresol (Doumas, et al.1974).

3. Se realizó evaluación ecográfica del tracto genital de cada vaca, diámetro de los folículos (Díaz et al., 1998), y cuerpo lúteo presentes en los ovarios clasificándolos como F1 (< 5 mm), F2 (6 a 9 mm), F3 (> 10 mm), CL1 (< 10 mm), CL2 (> 10 mm) y CL3 (10 a 15 mm); a través del uso de sonda transrectal 5 MZH con un equipo de ultrasonido (*Prosaund II, Aloka Co. Ltd, Tokyo, Japon*).

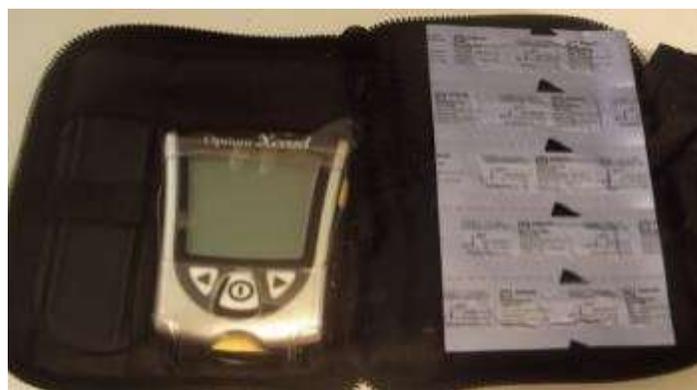


Figura 2. Ketometro electrónico *Optium Xceed* y cintas para determinar BHBA en sangre fresca.

Análisis estadístico de los datos.

Para cumplir los objetivos se planteó un diseño de bloques completamente aleatorizados, considerando la raza como factor cualitativo y el diámetro del cérvix como los niveles. En todos los casos el nivel de confianza fue del 95%, determinando el nivel de significación estadística cuando $p < 0,05$ (Chacín, 2000). La determinación del tamaño de la muestra se realizó, considerando el nivel de la investigación (nivel III de correlación) y las variables cuantitativas insertadas en la investigación, basándose en la variabilidad o porcentajes de aparición reportado previamente por investigadores en trabajos similares (valor calculado de Z en tablas: 1,96).

Para las variables cuantitativas que no seguían una distribución normal como la raza (R) y diámetro cervical (DC) se empleó el test de *Kruskal-Wallis*.

Se realizó comparaciones múltiples de las medias y análisis de varianza de los grupos de datos (Prueba de *Tukey*), para determinar los efectos sugeridos de los factores (raza y diámetro cervical) sobre las variables: folículos 3 (F3), cuerpo lúteo 3 (CL3), BHBA y AL.

Para las variables cuantitativas de distribución normal se aplicó el modelo de análisis de regresión múltiple: que permite establecer o predecir la relación funcional entre una variable dependiente o a explicar (raza y diámetro cervical) y una serie de variables independientes (F2, CL2, BHBA y AL), en la que se estiman los coeficientes de regresión que determinan el efecto que las variaciones de las variables

independientes tienen sobre el comportamiento de la variable dependiente. Así mismo se realizó, análisis de correlaciones de Spearman, para todas las variables en estudio. Los datos fueron analizados a través del Programa de análisis estadístico PASW Statistic 18.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

Cantidad de Folículos tipo 1 para la semana cinco postparto.

No se evidenciaron diferencias significativas entre poblaciones de vacas para cantidad de Folículos 1 (F1) determinados por ecografía para los 33 a 40 días postparto.

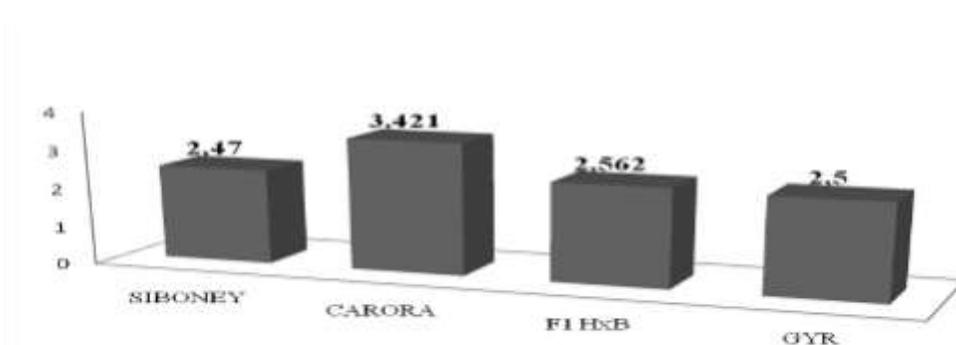


Figura 3. Histograma de la media de cantidad de Folículos tipo 1 de vacas de diferente raza.

Se evidenció una correlación positiva significativa de F1 con BHBA y negativa con AL (Cuadro 2).

Cuadro 2. Correlaciones significativas de F1 con BHBA y AL, en la población de vacas del ensayo.

| Correlaciones | BHBA | AL |
|---------------|--------|--------|
| Coeficiente | 0,297 | -0,299 |
| Sig | 0,014* | 0,013* |
| N | 68 | 68 |

Se pudo evidenciar que a medida que los niveles de BHBA ($p < 0,014$) se elevan y los niveles de AL ($p < 0,013$) incrementan, el número de folículos tipo 1 también disminuye. Esto demuestra que independientemente de la raza todas las vacas presentaron un déficit energético y proteico, que afectó la actividad ovárica.

Cantidad de Cuerpos Lúteo tipo 2 para la semana cinco postparto.

Se determinaron correlaciones significativas positivas con F3 y AL, así como correlaciones significativas negativas con BHBA (Cuadro 3).

Cuadro 3. Correlaciones de CL2 con, F3, BHBA y AL, en la población de vacas del ensayo.

| Correlaciones | CC | F3 | BHBH | AL |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| Coeficiente CL2 | 0,261 | 0,324 | -0,325 | 0,313 |
| Sig | 0,032* | ,007** | ,005** | ,009** |
| N | 68 | 68 | 68 | 68 |

*La correlación es significativa al nivel 0,05

El CL 2 supero en cantidad la aparición de CL 1 y CL3, además se correlacionó positivamente con el número de F3 ($p < 0,007$).

El número de CL2, no difirió entre R ni DC, pero se evidencio asociación con la variable R (0,041), observándose que el mayor número de CL2 se presentó en vacas Siboney, luego en las vacas Carora, mientras que el menor número se presentó en las vacas Gyr, situación que se podría explicar por los menores diámetros de folículos ovulatorios y en consecuencia CL reportado por los autores en vacas *Bos Indicus*.

Se evidencio que la mayor presencia de CL2 esta correlacionada positivamente AL ($p < 0,009$) y negativamente con BHBA ($p < 0,005$), esto se refleja en una mejora de la salud uterina así como menor nivel del BEN durante el posparto.

Cantidad de Cuerpos Lúteo tipo 3 para la semana cinco posparto:

No se evidenciaron diferencias significativas (Prueba de *Tukey*) en el número de CL3 entre razas. Tampoco se demostró relaciones con las otras variables.

Los resultados y las correlaciones detectadas, dejan en evidencia que el reinicio de la actividad ovárica posparto, se puede ver retrasado por la profundidad del BEN, que promueve la movilización de reservas energéticas desde las grasa corporal y el aumento de la actividad hepática. Estos mecanismos compensatorios influyen sobre el funcionamiento ovárico y el proceso de involución del útero, sin diferencia o discriminación entre R; así mismo se determinó que en las razas en estudio la clasificación CL2, presenta mayor significación diagnostica que otros tamaños de CL.

Niveles de beta Hidroxibutirato en sangre para la quinta semana posparto.

La máxima concentración de cuerpos cetónicos en sangre aceptada cuando son asociados a infertilidad, difieren entre investigadores, en Suecia consideran como valor límite 0,4 mmol/L, en Alemania se acepta como máximo 0,25 mmol/L. En la práctica se consideran elevados los valores mayores a 1,400 $\mu\text{mol/L}$ de BHBA (Zhang et al., 2012 y Butler, 2014).

González (2000), reporta valores de 0,8 mmol/L. Las referencias consultadas reportan que las vacas de alta producción presentan un nivel máximo de BHBA durante la semana 4, alcanzando niveles patológicos >1 mmol/L (Álvarez, 2001), esto puede indicar que las vacas de alta producción, durante la semana 4, es cuando tienen los mayores requerimientos de energía y por lo tanto realizan la mayor movilización lipídica, según lo establecido por Wittwer (2000).

Los resultados de BHBA en sangre para la semana cinco posparto, obtenidos en esta investigación, se detectaron niveles mínimos de 0,8 mmol/L y máximos de 2,6 mmol/L, que se compararon con los niveles promedios de <1 mmol/L referidos en vacas Criollas Colombianas (Álvarez, 2001) y de 0,6 a 0,7 mmol/L señalados en hembras doble propósito de mediana producción (León, 2012). Esto nos permite señalar el padecimiento de cetosis subclínica en las vacas evaluadas.

Para explicar los altos niveles de BHBA reportados, se podría especular que están relacionados a limitaciones en el consumo de forraje y bajo nivel energético aportado en la dieta pre y postparto.

Se determinó la existencia de correlaciones positivas del BHBA con DC ($p < 0,003$) y F1 ($p < 0,01$) (Cuadro 4) lo que puede ser explicado por la asociación reportada entre los altos niveles de ácidos grasos no esterificados y en menor proporción por el grado de cetosis en sangre, que afectan la recuperación del DC y altera la respuesta inmune uterina, resultados que concuerdan con Esposito et al, 2014, pero contrarios a los reportados por Kaufmann et al. (2010), que indican niveles de especificidad y sensibilidad bajos de BHBA y bilirrubina sanguínea, para ser considerados predictores de la aparición de enfermedad uterina. Así mismo se detectó correlaciones negativas con AL ($p < 0,0001$) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Correlaciones de BHBA con DC, F1 y AL, en la población de vacas del ensayo.

| Correlaciones | DC | F1 | GIE | AL |
|-----------------|---------|--------|---------|---------|
| Coficiente BHBA | 0,352 | 0,297 | 0,69 | -0,572 |
| Sig | 0,003** | 0,014* | 0,000** | 0,000** |
| N | 68 | 68 | 68 | 68 |

*La correlación es significativa al nivel 0,05 **La correlación es significativa al nivel 0,01

Niveles de Albumina sérica para la quinta semana posparto.

En Venezuela, se han determinado diferencias en el nivel promedio de AL sanguínea, entre rebaños de vacas Holstein y mestiza cebú adultas, ubicadas en diferentes regiones del país, siendo el valor más alto 3,45 g/100 ml en las mestiza cebú, ubicadas en el estado Guárico y el más bajo 2,65 g/100 ml en las vacas mestizo Holstein (Di Micheli, et al., 1978).

Los niveles reportados en la investigación estuvieron en un rango entre 3,76 g/dL y 2,83 g/dL, muy cercanos a los 3 a 3,8 g/dL reportados por León (2012); pero muy superiores al rango de 2,1 a 2,9 g/dl reportados por Matheus et al. (2001).

Los resultados obtenidos en la concentración sérica de AL, de las vacas en estudio, se puede explicar por el pobre el consumo de proteínas en la dieta y por los cuadros inflamatorios (cérvis y útero) presentes en el organismo animal para el momento de la

toma de muestra (Matheus et al., 2001). Vacas con dietas pobres en proteína compensan en parte el déficit a través de la movilización de sus reservas corporales y la disminución de la eliminación renal de urea, lo que se refleja en pérdidas de peso, CC y disminución de la producción láctea (Meikle et al., 2018).

Se encontró diferencias significativas entre los niveles de AL sérica de las vacas Siboney y Carora ($p < 0,0001$) al ser comparadas con las otras R, que podría ser explicado por una mejor respuesta hepática o menor afectación del BEN en estas vacas.

En el análisis de correlaciones se determinó la existencia de correlación significativa positiva de AL con las variables: CC, CL2 y correlaciones significativa negativa con F1 y BHBA (Cuadro 5 y 6). Resultados que concuerdan con los reportados por Burke et al. (2010) en vacas a pastoreo, donde los niveles bajos de Al sanguínea se asociaban con el mayor grado de endometritis y menor número de ovulaciones, para el día 42 pos parto.

Cuadro 5. Correlaciones de AL con CL2, en la población de vacas del ensayo.

| Correlaciones | CL2 |
|-----------------|-------|
| Coefficiente AL | 0,313 |
| Sig | 0,009 |
| N | 68 |

Cuadro 6. Correlaciones de AL con F1 y BHBA, en la población de vacas del ensayo.

| Correlaciones | F1 | BHBA |
|-----------------|--------|--------|
| Coefficiente AL | -0,299 | -0,572 |
| Sig | 0,013 | 0.000 |
| N | 68 | 68 |

CONCLUSIONES

En esta investigación se introdujo en la ganadería Venezolana un novedoso y práctico método para el diagnóstico de BHBA en sangre, el ketometro *Optium Xceed*; el cual demostró su simplicidad y bajo costo para medir los niveles de BHBA en sangre de bovinos, además se pudo comprobar que su utilización práctica puede servir como indicador de los procesos de adaptación en razas bovinas nativas del trópico.

Se evidenció que a medida que los niveles de BHBA ($p < 0,014$) se elevan, el número de F1 disminuyen, de la misma manera ocurrió con CL2. Esta respuesta confirma la estrecha relación entre los metabolitos lipídicos (BHBA) con los procesos de reinicio de la actividad ovárica postparto.

La concentración de AL sérica en la mayoría de las razas estudiadas se mantuvo cercana al rango inferior reportado por los autores consultados, esto revela algún grado de deficiencia de consumo proteico de las vacas sometidas al experimento,

también el valor de AL mostró relación negativa con BHBA, consolidando la influencia del BEN, sobre los indicadores metabólicos y de actividad hepática de las vacas durante el postparto temprano.

En las variables asociadas a AO, el número de aparición de CL 2 fue mayor que el de CL 1 y CL 3 (solo apareció en vacas Siboney); además el CL 2 se correlacionó positivamente con el número de F3 ($p < 0,007$). Esta observación sugiere que en las razas evaluadas durante el periodo postparto temprano, tiene mayor valor diagnóstico CL 2, pudiéndose explicar esta situación por el componente genético de las razas en estudio, el cual presentó alto porcentaje de *Bos indicus*, en los que la bibliografía reconoce poseer menor diámetro de los CL.

Basados en la generalidad de los resultados durante el periodo de balance energético negativo del postparto temprano, las vacas de raza Carora y Siboney, mostraron mejor adaptación y respuesta reproductiva, frente a las condiciones a que estuvieron sometidas en el experimento; consideramos importante recomendar extender este estudio a diferentes regiones geográficas del país y otras razas o tipos de vacas, para poder obtener información regionalizada, que sirva para orientar el manejo y la selección de vacas en cada rebaño e incluir variables asociadas a la producción y el bienestar animal, que puedan servir para mejorar la rentabilidad del negocio ganadero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, J. L. 2001. *Bioquímica Nutricional y Metabólica del Bovino en el Trópico*. Edit. Universidad de Antioquia, Colombia. p. 201.
- Burke, C., Meier, C., McDougall, S., Compton, C., Mitchell, M., Roche, J. 2010. Relationships between endometritis and metabolic state during the transition period in pasture-grazed dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 93(11):5363-73.
- Butler, S.T. 2014. Nutritional management to optimize fertility of dairy cows in pasture-based systems. *Animal*, p 1-12. doi:10.1017/S1751731114000834
- Campos, R.; Carreño, E. S.; González, F. D. Perfil metabólico de vacas nativas colombianas. Orinoquia, vol. 8, núm. 2, 2004, pp. 32-41 Universidad de Los Llanos. Meta, Colombia.
- Chacin, F. 2000. *Diseño y análisis de experimentos*. Ediciones del vicerrectorado académico Universidad Central de Venezuela. p. 387
- Contreras, P.A., Wittwer, F., & Bohmwald, H. 2000. Usos dos perfis metabólicos no monitoramento nutricional dos ovinos. En: González, F., Barcelos, J., Ospina, H. y Ribeiro, L. (Eds.). *Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais*. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidad de Federal do Rio Grande do Sul. 75-88.
- Di Michele, R.; Otaiza, E y Valeri, H. 1978. Valores hematológicos y de la química sanguínea en bovino de los estados Carabobo y Guarico. III. Proteínas sericas, nitrógeno ureico y creatinina. *Agronomía Tropical*. 28(3), 233-248.
- Díaz, T, Schmitt, E., de la Sota, R., Thatcher, M., Thatcher, W. 1998. Human chorionic gonadotropin-induced alterations in ovarian follicular dynamics during the estrous cycle of heifers. *Journal. Animal Science*. 76, 1929-1936.
- Doumas, B., Watson, W., Biggs, H. 1971. Albumin Standards and the Measurement of Serum Albumin with Bromocresol Green, *Clin. Chem. Acta* 31, 87-96

- Esposito. G, Irons. P, Webb. E and Chapwanya. A. 2014. Interactions between negative energy balance, metabolic diseases, uterine health and immune response in transition dairy cows. *Animal Reproduction Science* 144, 60– 71.
- Fattet, I., & Jaurena, M. 1988. *El estado corporal de las vacas lecheras*. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. p.8.
- Galvis, R., Munera, E., & Marin, A. 2007. Influencia del mérito genético para la producción de leche en un hato Holstein sobre el balance energético, indicadores del metabolismo energético y la reactivación ovárica posparto. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 20, 455 – 471.
- González, F. 2000. Uso de perfil metabólico no diagnóstico de doenças metabólico-nutricionais. En: González, F.; Barcelos, J.; Ospina, H. y Ribeiro, L. (Eds.). *Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais*. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 89-106.
- Gorissen, W. J. 2008. Validatie runderbloed en de Presición Xceed. Onderzoek uitgevoerd in het kader van het uniforme coschap aan de Faculteit der Diergeneeskunde van de Universiteit van Utrecht. Belgique.
- Henao, G, A.M. Olivera and J.G. Maldonado. 2000. Follicular dynamics during postpartum anestrus and the first estrous cycle in suckled or non-suckled Brahman (*Bos indicus*) cows. *Animal Reproduction Science* 63: 127-136.
- Huzzey, J.M., Nydam, D.V., Ospina, P.A. and Overton, T.R. (2014) Predicting Transition Cow Health and Performance- Use of Blood and fecal Biomarkers for Herd-Level Evaluation And Diagnostics.
- Ingvartsen, K., Dewhurs, R., & Friggens. N. 2003. On the relationship between lactational performance and health: is it yield or metabolic imbalance that cause production diseases in dairy cattle? A position paper. *Livestock Production Science*. 83(2-3), 277-308.
- Kaufmann, T., Drillich, M., Tenhagen, B., Heuwieser, W. 2010. Correlations between periparturient serum concentrations of non-esterified fatty acids, beta-hydroxybutyric acid, bilirubin, and urea and the occurrence of clinical and subclinical postpartum bovine endometritis. *BMC Vet Res*. 6:47. doi: 10.1186/1746-6148-6-47.
- LeBlanc, S. 2010. Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. *J Reprod Dev*. Jan; 56 Suppl:S 29-35.
- León, J. 2012. Perfil metabólico y reinicio de actividad ovárica post-parto en vacas doble propósito. Trabajo de grado para optar al título de Magister Scientiarum en Reproducción Animal y Tecnología de la Inseminación Artificial. FCV-UCV.
- Matheus, N. Ramírez, F. Salazar, C. Leonardi, F y Bravo, H. 2001. Relación Albumina: Globulina plasmática en tres épocas del año en vacas de la raza Carora del estado Lara. Venezuela. *Gaceta de Ciencias Veterinarias*. Vol. 7 (1) p 4-10.
- Meikle A, Cavestany D, Carriquiry M, Adrien M, Artegoitia V, Pereira I, Rupprechter G, Pessina P, Rama G, Fernández A, Breijo M, Laborde D, Pritsch O, Ramos Juan M, Torres E, Nicolini P, Mendoza A, Dutour J, Fajardo M, Astessiano A, Olazábal L, Mattiauda D, Chilbroste P. 2018. Avances en el conocimiento de la vaca lechera durante el período de transición en Uruguay: un enfoque multidisciplinario. www.Emgormix.com.
- Novotny, F., Valocky, I., Posivak. J., Morvayova, A., Iviciak, J., Cernota, S., Leso B. 2008. Comparison of plasma concentrations of insulin-like growth factor-I and blood metabolites in dairy cows with different milk production during periparturient period. *Reproduction in domestic animals*. 43(3), 56.

- Pérez, J.R., & Domínguez, C.A. 2010. Factores asociados a la respuesta inmune uterina posparto en sistemas doble propósito. En: *Manejo Reproductivo de la vaca Posparto*. Cuadernos Científicos Giraz 7. Portillo Martínez, G. Fundación Giraz. Ediciones Astro Data, S.A. Maracaibo, Venezuela. 39
- Pinto, L.; Drescher, K.; Ruiz, A.; Pérez, R.; Domínguez, C.; Benezra, M.; Martínez, M. 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 nivel de alimentación postparto. *Interciencia*. 34, 350-355.
- Smith, R. Oultram, J. and Dobson, H. 2014. Herd monitoring to optimise fertility in the dairy cow: making the most of herd records, metabolic profiling and ultrasonography (research into practice). *Animal*, p 1-14. doi:10.1017/S1751731114000597.
- Wankhade PR, Manimaran A, Kumaresan A, Jeyakumar S, Ramesha KP, Sejian V, Rajendran D, Varghese MR (2017) Metabolic and immunological changes in transition dairy cows: A review, *Veterinary World*, 10(11): 1367-1377.
- Wittwer, F. 2000. Diagnósticos dos desequilíbrios metabólicos de energía em rebanhos bovinos. In: González, F.; Barcellos, J.; Ospina, H.; Ribeiro, L. *Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais*. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade do Rio Grande do Sul. 9-22.