

Artículo de investigación

Incidence and prevalence of clinical and subclinical ketosis in grazing dairy cattle in the Cundiboyacencian Andean plateau, Colombia

Incidencia y prevalencia de cetosis clínica y subclínica en ganado en pastoreo en el altiplano Cundiboyacense, Colombia

Incidência e prevalência de cetose clínica e subclínica em pastoreo no altiplano Cundiboyacense, Colômbia

Adriana Marcela Garzón Audor ^{1*} ✉.MV; Olimpo Juan Oliver Espinosa ² ✉.MV, MSc, DVSc, [CvLAC](#)

Fecha correspondencia:

Recibido: 8 de junio de 2018.

Aceptado: 17 de agosto de 2018.

Forma de citar:

Garzón Audor AM, Oliver Espinosa OJ. Incidencia y prevalencia de cetosis clínica y subclínica en ganado en pastoreo en el altiplano Cundiboyacense, Colombia. Rev. CES Med. Zootec. 2018; Vol 13 (2): 121-136.

Open access

© Copyright

Creative commons

Ethics of publications

Peer review

Open Journal System

DOI: [http://dx.doi.org/10.21615/](http://dx.doi.org/10.21615/cesmvz.13.2.3)

[cesmvz.13.2.3](#)

ISSN 1900-9607

Filiación:

* Autor para correspondencia:
Adriana Marcela Garzón Audor.
amgarzona@unal.edu.co

Comparte



Abstract

Ketosis is a common metabolic disorder in dairy cattle farms that causes economic losses through reduced milk yield, reproductive performance and increased risk of early culling. In the Cundiboyacencian Andean plateau, the incidence of the condition is unknown. The main objective of the study was to determine the incidence and the prevalence of subclinical (SCK) and clinical ketosis (CK) in grazing dairy cows in Colombia within the first six weeks of lactation. A purposive sample of 150 lactating dairy cows from 10 commercial dairy farms in the Cundi-Boyacencian Andean plateau were tested weekly using point of care device (POCD) for β -hydroxybutyrate (β HB) during the first 6 weeks of lactation. Parity, days in milk (DIM), body condition score (BCS), prepartum and dry period length (DP), breed, milk yield (MY) and peripartum diseases were recorded for each cow and management practices were determined using a survey for each farm. Weekly incidence, cumulative incidence and prevalence were calculated. The cumulative incidence of SCK was 25.33% and 3.33% for CK. The peak incidence was 8% at week 4 postpartum for SCK and 2.6% at week 2 for CK. The overall prevalence of SCK was 42.6% and CK prevalence was 6%. The peak prevalence of SCK and CK was 10.6% at week 4 and 2.6% at week 2 postpartum, respectively. The most frequent periparturient diseases were retained placenta and metritis. SCK was a high incident disease within the first 6 weeks of lactation, with a peak incidence at week 4 postpartum in multiparous cows.

Keywords: β -Hydroxybutyrate, dairy cattle, epidemiology, hyperketonemia.

Resumen

La cetosis es una enfermedad metabólica común en los hatos lecheros, que ocasiona pérdidas económicas a través de la disminución de la producción láctea y la eficiencia reproductiva y mayor riesgo de descarte temprano. En el Altiplano Cundiboyacense, la incidencia de la enfermedad es desconocida. El objetivo del estudio fue determinar la incidencia y la prevalencia de la cetosis subclínica (CSC) y clínica (CC) durante las primeras seis semanas postparto en vacas dedicadas a la producción láctea. Una

^{1,2} Universidad Nacional de Colombia, Bogotá; ² Director del grupo de investigación de Medicina de Grandes Animales. Profesor asociado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

muestra por conveniencia de 150 vacas de 10 hatos lecheros ubicados en el altiplano cundiboyacense, fueron seguidas semanalmente, para determinar la concentración de β HB con un medidor electroquímico portátil. Las lactancias, días en leche, condición corporal, duración del parto y periodo seco, raza, producción láctea y enfermedades postparto de cada animal fueron registradas. Las prácticas de manejo de cada finca fueron determinadas con una encuesta. Se calculó la incidencia semanal y acumulada además de la prevalencia de la CC y CSC. La incidencia acumulada de CC y CSC fue de 3,3% y 25,3%, respectivamente. El pico de incidencia de CSC ocurrió en la semana 4 postparto y en la semana 2, para CC. La prevalencia de CSC fue del 42,6% y 6%, para la CC. La enfermedad fue más prevalente en las vacas de ≥ 3 lactancias. Las enfermedades más importantes durante el postparto fueron la retención de placenta y metritis. La CSC fue altamente incidente durante las primeras seis semanas postparto, más relevante durante la cuarta semana postparto en vacas multíparas.

Palabras clave: β -Hidroxibutirato, epidemiología, hipercetonemia, vacas lecheras.

Resumo

A cetose é uma doença metabólica comum em rebanhos leiteiros, o qual gera perdas econômicas através da redução da produção de leite e eficiência reprodutiva o aumento do risco de descarte precoce. No Altiplano Cundiboyacense, a incidência é desconhecida. O objetivo do estudo foi determinar a incidência e prevalência de cetose subclínica e clínica durante as primeiras seis semanas pós-parto em vacas dedicadas à produção leiteira. 150 vacas de 10 rebanhos localizados no Altiplano Cundiboyacense foram testadas semanalmente para determinar a concentração de β HB com um medidor digital portátil. Paridade, dias em leite, condição corporal, período pré-parto e período seco, raça, produção de leite e doenças pós-parto de cada animal foram registrados. As práticas de manejo de cada fazenda foram determinadas com uma pesquisa. A incidência semanal, incidência cumulativa e a prevalência foram calculados de CC e CSC. A incidência cumulativa de CC e CSC foi de 3,3% e 25,3%, respectivamente. O pico de incidência de CSC ocorreu na 4ª semana pós-parto e na 2ª semana, para CC. A prevalência da CSC foi de 42,6% e 6% para o CC. A doença foi mais prevalente em vacas ≥ 3 lactações. As doenças mais importantes durante o pós-parto foram a retenção de placenta e metrite. A CSC foi altamente incidente durante as primeiras seis semanas pós-parto, mais relevante durante a quarta semana pós-parto em vacas multíparas.

Palavras chave: β -hidroxibutirato, epidemiologia, hipercetonemia, vacas leiteiras.

Introducción

La cetosis es una enfermedad metabólica asociada al balance energético negativo que sufren las vacas dedicadas a la producción láctea al inicio de la lactancia y se caracteriza por aumento en la concentración de cuerpos cetónicos circulantes ¹. Debido al impacto de la cetosis sobre la productividad y la salud de los animales durante el postparto temprano ² y al efecto negativo sobre la rentabilidad de la empresa ganadera ³, se han llevado a cabo un alto número de estudios epidemiológicos en muchos países que demuestran la alta presentación de la enfermedad bajo distintos sistemas productivos. Así por ejemplo, los reportes de la incidencia de la enfermedad subclínica en Europa varían entre 4,9% ⁴ y el 72% ⁵, mientras en Estados Unidos y Canadá se ha reportado entre el 12,1% ⁶ hasta el 61% ⁷.

En Colombia, un estudio diseñado para determinar el aumento en la concentración de β HB durante el primer mes postparto en vacas de producción láctea, como factor de riesgo de infección intramamaria en Caldas, reportó un riesgo de hipercetonemia del 12% ⁸. Sin embargo, la epidemiología en otras cuencas lecheras del país es desconocida. Estudios en condiciones un poco más similares a Colombia, se han realizado en Suramérica en países como Argentina, Chile y Brasil, donde la prevalencia de cetosis subclínica en animales en pastoreo reportada fue del 10,3% ⁹, 14,8% ¹⁰ y 29% ¹¹, respectivamente.

El objetivo de este estudio fue determinar la incidencia y la prevalencia de la cetosis subclínica y clínica durante las primeras seis semanas postparto en vacas dedicadas a la producción láctea en 10 fincas ganaderas, ubicadas en el altiplano cundiboyacense; además de realizar la caracterización detallada de cada una de las fincas, con el fin de conocer las diferentes prácticas de manejo y alimentación durante lactancia y el periodo seco.

Materiales y métodos

Diseño del estudio

Se realizó un estudio observacional longitudinal de cohorte, con muestreo por conveniencia de 10 hatos dedicados a la producción láctea, ubicados en el altiplano cundiboyacense de acuerdo con la voluntad de los propietarios a participar en el estudio, durante el cual, se determinó semanalmente la concentración de β -hidroxibutirato, por medio de un medidor electroquímico portátil (Precision Xtra[®] meter, Precision Xtra[®] meter. Abbott Diabetes Care Inc., Alameda, CA) desde el parto hasta la sexta semana postparto. El estudio se realizó desde mayo hasta diciembre de 2017. Todos los procedimientos fueron avalados por el Comité de Bioética de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia (22/08/2017): Acta CB-FMVZ-UN-040-17 del 22 de agosto de 2017).

Tamaño de la muestra

El cálculo del tamaño de la muestra se realizó para obtener una confiabilidad del 95% y un error máximo del 5% con una prevalencia esperada del 10% ¹², de acuerdo a la prevalencia reportada en Colombia, Costa Rica y Argentina anteriormente ^{8, 9, 13}. Una muestra de 138 animales fue requerida. Como criterios de exclusión se definieron la pérdida de la identificación del animal durante el trascurso de estudio, la no medición inicial de la concentración de β -hidroxibutirato durante la primera semana postparto, animales que estuvieran recibiendo precursores de glucosa como propilenglicol o glicerol en la dieta preparto y la pérdida del seguimiento del animal por descarte o muerte por causas no relacionadas a la entidad, antes de las seis primeras semanas postparto.

Diagnóstico de cetosis clínica y subclínica

El diagnóstico de la entidad se realizó por medio de la toma de una muestra de sangre de la vena o arteria coccígea con una aguja calibre 21G x 25 mm y una jeringa desechable de 3 cc, después del ordeño de la mañana. La medición de la concentración de β -hidroxibutirato se realizó inmediatamente después de la toma de muestra de sangre, por medio de un medidor electroquímico portátil (Precision Xtra[®] - Laboratorios Abbott), este medidor ha demostrado que usando como punto de corte 1.2 mmol/L β HB, la sensibilidad tiene valores entre el 88% al 96,3% y la especificidad del 94% al 98,2% ^{14, 15}.

La cetosis subclínica fue definida como valores de β HB en sangre completa desde $\geq 1,2$ hasta $< 3,0$ mmol/L ^{16,17} y la cetosis clínica como valores de β HB en sangre completa $\geq 3,0$ mmol/L ¹⁸.

Se solicitó a los propietarios no realizar el tratamiento de los animales positivos durante las seis semanas del estudio. Al finalizar el seguimiento, se informó a los propietarios los resultados de los animales positivos y su tratamiento fue dejado bajo el criterio del médico veterinario responsable del hato.

Diagnóstico de enfermedades

La definición de las enfermedades presentadas durante el periodo de estudio se presenta a continuación:

- Retención de placenta: falla en la expulsión de membranas fetales mayor a 24 horas ²⁰.
- Metritis: útero anormalmente aumentado de tamaño y secreción uterina purulenta detectable en vagina durante los primeros 21 días posparto ²¹.
- Mastitis clínica: leche visiblemente anormal. Inflamación, enrojecimiento o dolor del cuarto afectado ²².
- Fiebre de leche: signos compatibles con fiebre de leche como incapacidad para incorporarse, debilidad muscular generalizada, decúbito esternal o lateral y extremidades frías. Consecuente administración de calcio intravenoso y/o subcutáneo con respuesta favorable al tratamiento evaluada la por capacidad para levantarse y mantenerse en estación ²³.
- Alteraciones musculoesqueléticas: cojeras determinadas por un puntaje de locomoción $\geq 2/5$ ²⁴, otros traumas o accidentes.

Análisis estadístico

La incidencia acumulada y semanal y la prevalencia total y semanal para cetosis clínica y subclínica fueron calculadas. La unidad de estudio fueron tanto la finca como el animal. Se realizó una encuesta a nivel de la finca y a nivel del animal. Se realizó estadística descriptiva de las variables evaluadas en las encuestas. A nivel de animal, las variables evaluadas fueron: raza, edad (años), número de lactancias, duración del preparto (días), duración del periodo seco (días), promedio de producción láctea (litros), condición corporal (1-5/5) ¹⁹, asistencia al parto, sexo de la cría y presentación de enfermedades concomitantes (retención de placenta, mastitis, metritis, fiebre de leche, desórdenes musculoesqueléticos).

A nivel de finca, las variables evaluadas fueron: número de animales en producción, tipo de suplementación en preparto y lactancia, cantidad de concentrado, tipo de suplementos diferentes al concentrado en producción y el tipo de pastura.

Se realizó una prueba de Kolmogorov-Smirnov ²⁵ para determinar la normalidad de los datos, las variables que cumplieron este parámetro fueron expresadas en razón de media y desviación estándar. Los datos que no contaban con distribución normal se expresaron en mediana y con rango inferior y superior.

Resultados

Se incluyeron 150 animales provenientes de 10 fincas ubicadas en el altiplano cundiboyacense, seleccionándose 15 animales por finca, enrolados al momento del parto. El promedio de la edad, número de lactancias, días de duración del preparto y del periodo seco, producción láctea y condición corporal están resumidos en la [Tabla 1](#). De un animal, no estuvieron disponibles los datos de producción láctea, por su bajo desempeño productivo durante las seis semanas del estudio, por lo cual, no fue incluido en el análisis de la producción láctea.

Tabla 1. Estadística descriptiva de los 150 animales enrolados en el estudio.

Parámetro	Total	Cetosis	No cetosis
Edad (años)	3,9 (2 - 13,8)	6 (2,2 - 13,8)	3,4 (2 - 11,1)
Número de Lactancias	2 (1- 11)	4 (1- 11)	2 (1-10)
Periodo seco (días)	64 (26 - 278)	72,5 (50 - 209)	63 (26 -278)
Producción láctea (Lts)	27,1 ± 6,3	25,9 ± 5,8	31,3 ± 6,4
Tamaño hato (cabezas)	153,1 ± 57,8	147 ± 56,3	175,2 ± 58,12
Condición Corporal*	2,8 (1,8 - 4)	2,8 (1,8 - 4)	2,8 (2 -3,5)

*Escala 1-5/5 ¹².

El 31,3% eran animales de primera lactancia, el 22% de segunda lactancia, el 17,3% de tercera lactancia y el 29,3% eran animales con cuatro o más lactancias. El 27,3% de los animales presentaba una condición corporal baja al parto (CC<2,7), el 66,6% se encontraba en una condición moderada (CC 2,7– 3) y el 6% restante se encontraba con una condición alta (CC>3). En la [Figura 1](#) se muestra la distribución de los animales de acuerdo con la condición corporal al parto.

El 76,7% de los animales eran de raza Holstein, el 20,6% eran cruces y el 2,7% pertenecían a otras razas como Normando y Jersey. El 10,6% de los partos fueron distócicos, el 44,6% de las crías fueron hembras, el 52,6% machos y el 2,6% fueron partos gemelares; del total de partos, el 6% de las crías murieron durante el parto.

El 41,3% de los animales presentaron alguna enfermedad durante el periodo de estudio. La distribución de las enfermedades postparto se presenta en la [figura 2](#).

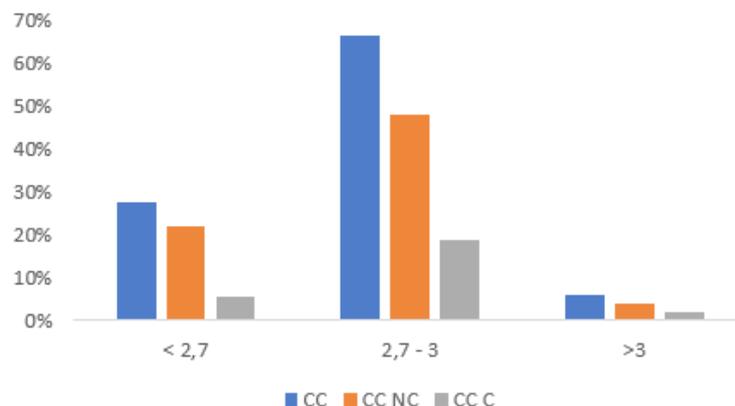


Figura 1. Condición corporal al parto (CC: Todos los animales, CC NC: Animales negativos a cetosis, CC C: Animales positivos a cetosis).

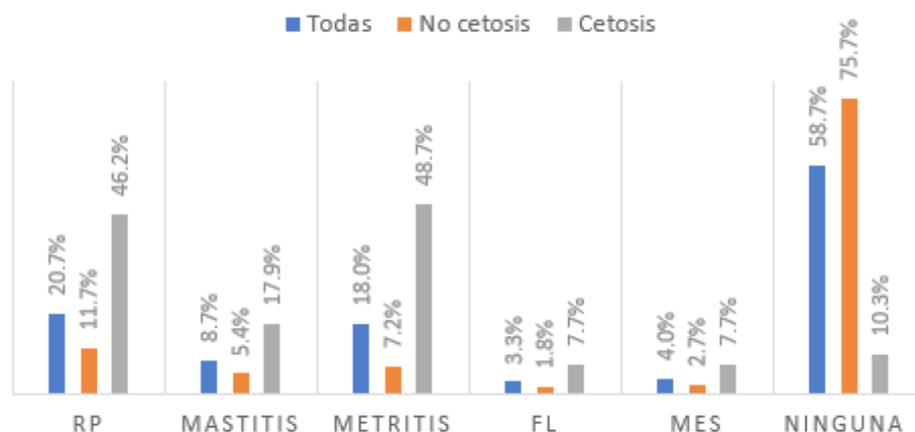


Figura 2. Entidades presentadas durante las primeras seis semanas postparto (RP: Retención de placenta, FL: Fiebre de leche, MES: Desórdenes musculoesqueléticos).

En cuanto a la alimentación, los pastos predominantes fueron el Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y el Ray Grass (*Lolium sp*). Durante el parto, en todas las fincas suministraban a las novillas 3 a 4 kg/día de concentrado comercial por 30 días antes de la fecha esperada de parto, mientras en las vacas, se suministraba concentrado preparto en la misma cantidad, con una variación en la duración del preparto de 20 a 30 días. En cuanto a la suplementación durante la lactancia, las novillas recibían entre 4 a 6 kg de concentrado y las vacas de 4 a 9 kg de concentrado al día, además todas recibían sal mineralizada entre 80 a 120 gramos/día junto con el concentrado. La información nutricional de los concentrados comerciales utilizados en lactancia y preparto se encuentra resumido en la [tabla 2](#).

Tabla 2. Descripción de la composición de los concentrados comerciales utilizados como suplemento preparto y en lactancia en los 10 hatos incluidos en el estudio.

Composición	Preparto	Lactancia
PC	14,5 ± 0,5	15,6 ± 1,6
Grasa	3,2 ± 0,5	5 ± 1,2
EM	No disponible (ND)	1,7 ± 0,1
Fibra	11 ± 4,6	11,6 ± 0,8
Calcio	1	2
Fosforo	0,5	0,5
Ceniza	12,2 ± 2,2	11,4 ± 1,8

En siete de las fincas, suministraban otro tipo de suplementación adicional al concentrado durante la lactancia como heno (en cuatro de los hatos), silo de avena, papa (*Solanum tuberosum*), harina de arroz o harina de maíz. En dos fincas, utilizaban levadura en forma líquida (*Saccharomyces cerevisiae*) a razón de 4 litros/día.

Incidencia y prevalencia de la CSC y CC

En todos los hatos hubo casos positivos a CSC con una variación de incidencia entre 6,66 y 46,66%, mientras la variación entre hatos de CC estuvo entre 0-6,66%, presen-

tándose en solamente en cuatro de las fincas incluidas. La incidencia acumulada de cetosis subclínica y clínica fue de 25,3% y 3,33%, respectivamente. En la [Figura 3](#) se muestra la distribución de la incidencia semanal de la cetosis subclínica.

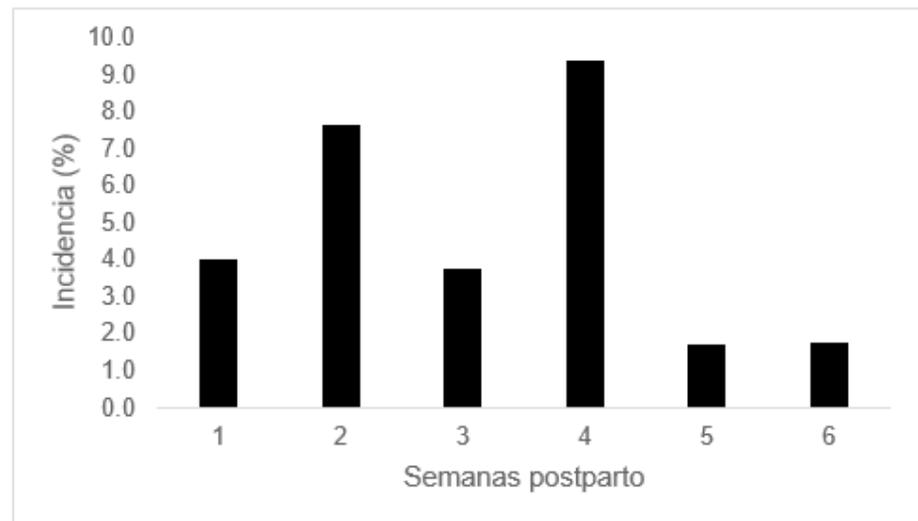


Figura 3. Incidencia semanal de cetosis subclínica.

La distribución de los casos positivos a cetosis subclínica es presentada en la [Figura 4](#), solo dos novillas en primera lactancia fueron positivas para cetosis subclínica. En cuanto a la cetosis clínica (n=5), todos los casos pertenecían a animales con más de tres lactancias, así, 2 casos fueron animales de cuarta lactancia, dos de sexta lactancia y un caso de siete lactancias.

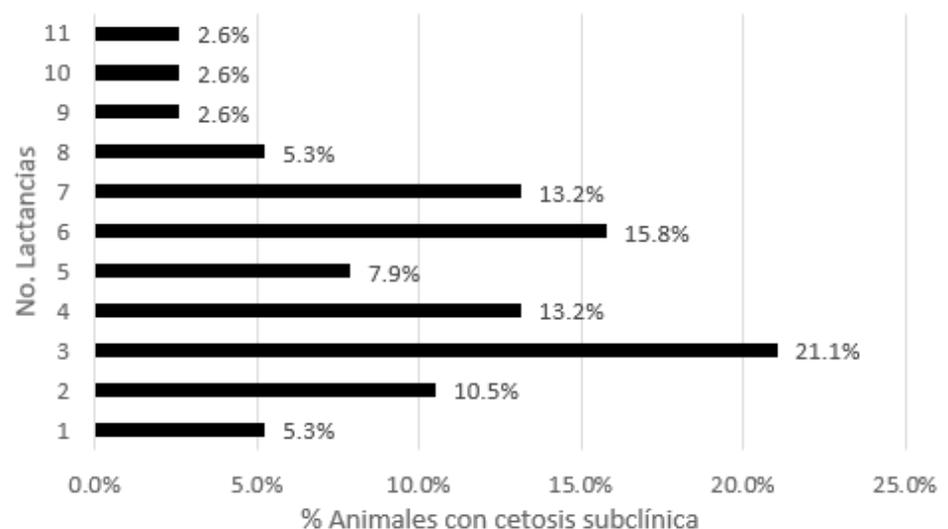


Figura 4. Distribución de los casos positivos a cetosis subclínica de acuerdo con el número de lactancias.

La prevalencia total de cetosis subclínica y clínica fue del 42,6% y 6%, respectivamente. En la [figura 5](#), se muestra la distribución semanal de la prevalencia de la cetosis subclínica, siendo mayor en la semana 4 con 10,6%. La semana de mayor

prevalencia para la forma clínica de la entidad fue también durante la 4 semana postparto, con una prevalencia del 2,6%.

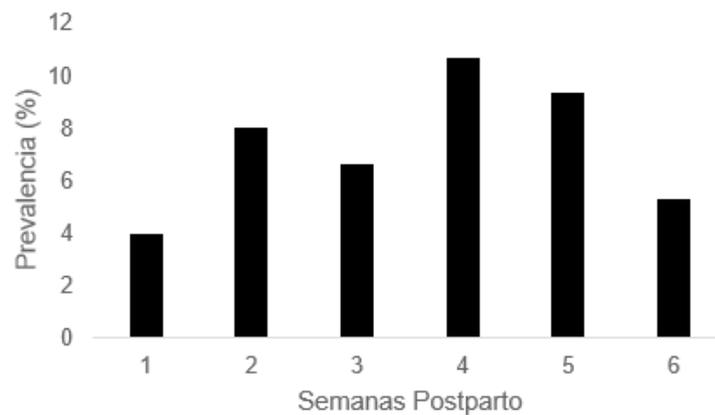


Figura 5. Prevalencia semanal de cetosis subclínica.

El 46,15% de los animales tuvieron un solo resultado positivo para cetosis durante todas las semanas del estudio, mientras el 53,8% tuvieron dos o más resultados positivos, como se explica en la [figura 6](#). Ninguno de los animales fue positivo durante todas las seis semanas del estudio y 13,15% de los animales con al menos un test positivo para cetosis subclínica fueron positivos para cetosis clínica también, aunque 4/5 de los animales positivos a cetosis clínica fueron positivos a cetosis subclínica en otra semana diferente y ninguno tuvo dos resultados positivos a cetosis clínica, excepto un solo animal fue positivo en 5 semanas consecutivas para cetosis clínica.

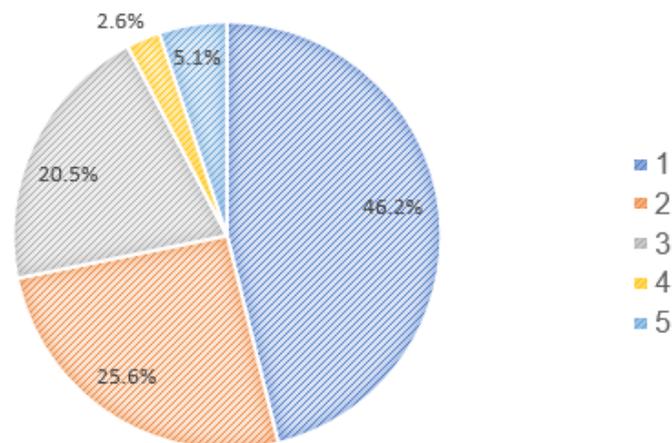


Figura 6. Número de resultados positivos por animal para la cetosis subclínica y clínica.

Discusión

La cetosis bovina es una enfermedad común ²⁶ que tiene un impacto importante sobre la producción láctea ^{16, 27}, un mayor riesgo de descarte temprano ^{28, 29}, mayor predisposición a otras enfermedades del periparto y un efecto negativo sobre la eficiencia reproductiva. Los costos de la enfermedad derivados de diagnóstico, tratamiento y

pérdidas por descarte se han estimado alrededor de \$289 dólares por animal, según un modelo económico determinista desarrollado en Nueva York (Estados Unidos) ³. Debido a esto, se han realizado estudios observacionales para determinar la prevalencia o incidencia de la cetosis en los hatos productores de leche en Norteamérica y Europa desde los años 80's; sin embargo, en Colombia a pesar de su importancia, se desconoce la situación con respecto a esta entidad, por lo cual se hace importante determinar la presentación de cetosis y para así poder proponer el establecimiento de medidas preventivas necesarias.

En el presente estudio, el 68,7% de los animales incluidos eran vacas multíparas. Las vacas con dos o más partos, están en mayor riesgo de presentar cetosis (OR=2, P<0,01) ³⁰, asociado al mayor nivel de producción láctea; sin embargo, la importancia de incluir animales de primer parto está en que la prevalencia de la enfermedad también ha sido determinada en estos animales, teniendo variaciones entre estudios desde 0,6 hasta 48% ^{4,5}. En esta investigación, la incidencia de cetosis subclínica en animales de primer parto fue de 4,6%, comparada con la incidencia en vacas multíparas que fue de 31%, la cual a pesar de ser inferior a la que ocurre en las vacas de dos o más partos, sigue siendo relevante en su impacto y al momento de desarrollar programas de prevención y monitoreo de la enfermedad en el postparto ³¹.

La enfermedad que más se presentó durante el periodo de estudio fue la retención de placenta (20,7%), similar a lo reportado en Pasto (Colombia) (15,8%) ³². La prevalencia en los animales con cetosis fue del 46,2%. La retención de placenta ha sido asociada como factor de riesgo para la presentación de cetosis (OR: 1,6 P<0,01) ³³, por lo que su alta presentación en este estudio lo hace uno de los principales factores a tener en cuenta para la prevención de cetosis en la lactancia temprana.

En cuanto a metritis, la prevalencia encontrada (18%), está acorde con lo reportado en otro estudio también realizado en Colombia, en el cual, la prevalencia fue del 17,4% ³², sin embargo, la prevalencia de metritis en los animales con cetosis fue mucho mayor (48,7%). Diversos estudios han determinado la presentación de metritis como factor de riesgo para la presentación de cetosis ². En un estudio realizado por Berge & Vertenten (2014), aunque la prevalencia fue considerablemente menor (4,8%), el riesgo de desarrollar cetosis fue de 1,5 veces mayor en estos animales (OR: 1,5 P<0,03) en comparación con los animales sanos ³³.

La prevalencia observada de mastitis clínica (8,7%) fue menor a lo reportado en Colombia, donde la prevalencia fue del 18,4% ³². Los animales con cetosis mostraron una prevalencia del 17,8%, más alta que la observada en la muestra. Existe cierta dicotomía a la relación entre mastitis y cetosis, ya que la mastitis ha sido descrita tanto como un factor de riesgo para la presentación de cetosis ³³ y como una consecuencia de la hipercetonemia ³⁴ en diversos estudios, en los que la causalidad de los eventos no ha sido claramente evidenciada. Así, por ejemplo, en Colombia, Villa *et al.*, (2017), no encontraron una correlación estadística entre el aumento en la concentración de β HB sanguíneo postparto y el riesgo de infección intramamaria durante el primer mes de lactancia (OR: 0,25 IC 95%: -1.71 – 2,21) ⁸.

La incidencia de enfermedades infecciosas durante el postparto temprano en vacas con cetosis se ha atribuido al efecto del balance energético negativo sobre la función inmune ³⁵, por lo cual, animales con concentraciones elevadas de ácidos grasos no esterificados (AGNEs) y β HB durante el postparto temprano muestran una marcada disminución en la función de polimorfonucleares caracterizada por una disminución

en la actividad de la mieloperoxidasa y en la reducción citocromo *c* ³⁶, lo cual puede considerarse asociada a la alta prevalencia de estas enfermedades de origen infeccioso durante el inicio de la lactancia.

La hipocalcemia puerperal también ha sido asociada con un mayor de riesgo de presentar cetosis (OR:2, P<0,01) ³³. La presentación de casos clínicos de hipocalcemia puerperal en todos los animales (3,3%) y en los animales con cetosis (7,7%), estuvo dentro de valores cercanos a otros estudios, en los cuales la prevalencia varió entre 4 al 7% ^{2,17}.

La baja presentación de cojeras (3,3%), estuvo acorde con lo reportado en Europa (3,3%) ¹⁷, aunque fue menor a lo reportado en Pasto (Colombia), donde la prevalencia fue del 7,2% ³². Aunque en el presente estudio, la prevalencia de desórdenes musculoesqueléticos en los animales con cetosis fue superior a la prevalencia total (7,7%). Sin embargo, la identificación de casos clínicos de cojeras no era registrada con regularidad en las fincas involucradas en este estudio y la prevalencia presentada dependió de la observación en cada visita realizada.

La prevalencia total de distocia (16%) y en los animales con cetosis (20,5%) fue comparable con la prevalencia reportada por Vallejo *et al.*, (2017) (21.1%) ³². La presentación de distocia ha sido asociada con un mayor riesgo de desarrollar cetosis durante la lactancia (OR: 6,59, P: 0,025) ²⁷. La comparación de la presentación de distocia se hace difícil en los diferentes estudios, debido a la falta de homogeneidad en la definición de distocia y en el grado de asistencia requerida al parto que fue clasificada como distocia.

La duración periodo seco fue en promedio 80,5 días (26-278). En el presente estudio, del 33,9% los animales tuvieron un periodo seco inferior a 60 días, por causas como errores en la fecha posible de parto u olvido en el cambio de grupos. El acortamiento de la duración del periodo seco, evita la sobrecondición corporal al parto y disminuye la lipólisis y el balance energético negativo en sistemas intensivos, en comparación con animales con periodos secos de 56 y 90 días ³⁷, sin embargo, en el presente estudio el 20% de los animales con un periodo seco menor a 60 días, fueron clasificados con una condición corporal inferior a 2,7 al parto, por lo cual, el acortamiento del periodo seco, puede afectar el mejoramiento de la condición durante el preparto.

En este estudio, el 46,6% de los animales tuvieron un periodo seco mayor a 65 días, principalmente atribuido a problemas de fertilidad y a una baja producción láctea que conllevó a secar animales más temprano en la gestación, sin embargo, fueron positivos a CSC el 41,6% de estos los animales y el 53,3% de los animales con un periodo seco ≤ 65 días, siendo alta la presentación de cetosis entre ambos grupos, por lo cual, es posible que el alargamiento del periodo seco no sea un factor de riesgo como tal para el desarrollo de cetosis por no tener un impacto sobre la condición corporal, ya que tan solo el 6,2% de una condición al parto alta (≥ 3).

Garnsworthy, (2006) plantea un ideal entre 2,75 y 3, para animales en pastoreo con suplementación en el preparto y la lactancia ³⁸. En el presente estudio, el 66,6% de los animales tenían una condición corporal dentro de los parámetros ideales (2,7-3), pero el 27,3% tenían una condición corporal baja (<2,7). Vacas con una condición baja al parto, están en mayor riesgo de problemas de salud, cojeras y descarte temprano ³⁹. Por otro lado, solo el 6% de los animales tuvieron una condición alta (>3),

lo cual es deseable, debido a que los animales con sobrecondición corporal tienen un menor consumo de materia seca, y mayor grado de movilización de grasa al parto con incremento de AGNE's y β HB ³⁷.

La incidencia acumulada de cetosis subclínica fue de 25,3%, la cual fue superior a la reportada (12%) en un estudio realizado en dos municipios de Caldas (Colombia) ⁸. Estudios epidemiológicos en Europa y Norteamérica han demostrado incidencias más altas que los resultados del presente estudio, variando entre 45,1% ⁴⁰ hasta 72% ⁵. En cuanto a estudios epidemiológicos en animales en pastoreo, también reportaron una incidencia mayor (66,5%) durante las primeras cinco semanas postparto en 15 hatos en Nueva Zelanda ⁴¹, lo cual pudo deberse a que a pesar de tener un diseño metodológico similar al presente estudio, difieren en la suplementación durante la lactancia, así solo en el 66,6% de los hatos en Nueva Zelanda suministraron concentrado y en todos suministraron silo, mientras en el presente estudio en todos se suministraba concentrado y solo en el 30% silo. Así, los animales alimentados con concentrado tienen un balance energético negativo menor consecuencia de la mayor producción de propionato en rumen ^{42, 43}, mientras los alimentados con silo consumen una mayor cantidad de ácido butírico que es metabolizado a butirato ⁴⁴, además de un balance energético negativo mayor por menor densidad energética de la dieta ⁴⁵.

La incidencia de cetosis clínica fue de 3,33 casos/100 vacas, lo cual fue parecida a lo reportado por Seifi *et al.*, (2011) y McArt *et al.*, (2012), quienes reportaron una incidencia de 3,7 ²⁸ y 3,02% ¹⁶, respectivamente, diagnosticada, igual que en el presente trabajo, por concentraciones de β HB sanguíneo ≥ 3 mmol/L. Por el contrario, la incidencia fue mayor en dos estudios realizados en Finlandia (5,3 y 7,3%) ^{46, 47} aunque en estos estudios, el diagnóstico se realizó únicamente basado en signos clínicos (inapetencia, disminución producción láctea, depresión), lo cual, pudo sobreestimar la presentación de la entidad.

La prevalencia total de cetosis subclínica fue del 42,6%, valores superiores a los encontrados en los estudios desarrollados en Centro y Suramérica, en donde la prevalencia más baja reportada fue en Argentina (10,3%) ² y la mayor fue en Brasil durante en verano (22,8%) ¹¹, en los cuales se utilizó el mismo método diagnóstico que en el presente estudio, pero difieren en que los animales pertenecían a un solo hato, al igual que los estudios realizados en Costa Rica ¹³ y Chile ¹⁰, lo cual da una idea a nivel de hato únicamente.

La prevalencia de cetosis clínica fue del 6%, lo cual supera el 1,6% reportado en Europa (definida únicamente por signos clínicos) ³³ y más acorde con otro estudio en Europa donde la prevalencia fue del 3,7%, esta vez definida por signos clínicos y determinación colorimétrica de cuerpos cetónicos en leche u orina ¹⁷ y a la prevalencia reportada en Costa Rica por determinación de la concentración sanguínea de β HB > 2.9 mmol/L (3,51%) ¹³.

El mayor número de casos de cetosis subclínica ocurrieron durante la cuarta semana postparto, lo que difiere de los sistemas intensivos en Norteamérica y Europa, en los cuales, la mayor incidencia de cetosis subclínica se presentó durante la primera semana de lactancia, siendo mayor al 5 día en leche ^{16, 17, 40}, sin embargo, de acuerdo a estudios realizados en sistemas productivos en pastoreo y menos intensivos, al igual que en el presente estudio, la mayor incidencia ocurrió más tarde en la lactancia, hacia la 3 y 4 semana postparto ^{41, 48}, lo cual puede deberse a las diferencias

entre el tipo de alimentación y el nivel de producción láctea de los sistemas intensivos, que conllevan a un balance energético negativo más temprano, por los altos requerimientos energéticos al inicio de la lactancia que en los sistemas de pastoreo, donde el grado de lipólisis y cetogénesis para suplir los requerimientos, se hacen más importante cerca al pico de lactancia.

El 43,6% de los animales tuvieron una sola prueba positiva, mostrando una resolución sin tratamiento de la enfermedad. Sin embargo, el 30,7% de los animales tuvieron resultados positivos en semanas no consecutivas, posiblemente por una resolución sin tratamiento, que por una falla en los mecanismos homeostáticos y un inadecuado consumo de materia seca, reincidió durante la misma lactancia ¹. El 33,3% de los animales tuvieron entre dos y cinco resultados positivos en semanas consecutivas, por lo cual, la duración media de cetosis fue de 2,5 semanas, similar a lo reportado por Dohoo & Martin, (1984), para quienes la duración media de la enfermedad fue de 16 días ⁶, lo que difiere con una duración entre 3 y 5 días descrita más recientemente ^{16, 49}, aunque en estos estudios el muestreo se realizó diariamente o dos veces por semana, por lo cual, la comparación en la duración no se hace totalmente equiparable.

En conclusión, la cetosis subclínica fue una enfermedad con alta incidencia (25,3%) y prevalencia (42,6%) durante las primeras semanas postparto en los hatos lecheros estudiados, especialmente durante la cuarta semana posparto mientras que la incidencia de cetosis clínica no fue tan relevante en el presente estudio. La enfermedad fue más prevalente en las vacas multíparas, principalmente en las vacas de tercera lactancia. Las enfermedades más importantes durante el postparto fueron la retención de placenta y la metritis. El 89,7% de los animales positivos a cetosis presentaron, además, otra enfermedad concomitante principalmente metritis y retención de placenta (48,7 y 46,1%, respectivamente). Este es el primer reporte de la incidencia y la prevalencia de cetosis subclínica, clínica en Colombia.

Limitaciones del estudio

La principal limitación del estudio fue el muestreo por conveniencia, involucrando solamente 10 hatos, de acuerdo con la voluntad de participar de los propietarios, lo cual afecta la validez externa del estudio. Otra limitación de estudio deriva de la frecuencia de muestreo, que, al ser semanal, no permitió conocer con precisión la duración de la enfermedad, además de la posibilidad de haber subestimado la incidencia de la enfermedad, al no detectar animales positivos entre muestreos, sin embargo, esto requiere un estudio con una mayor frecuencia de muestreo que implica mayores costos además de una mayor colaboración por parte de los hatos participantes, debido al tiempo adicional que involucran los muestreos, sobre las labores diarias en los hatos.

Referencias

1. Herdt TH. Ruminant Adaptation to Negative Energy Balance. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*. 2000 Jul; 16 (2): 215–30.
2. Duffield T. Subclinical Ketosis in Lactating Dairy Cattle. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* [Internet]. 2000 Jul; 16 (2): 231–53.
3. McArt J, Nydam D, Overton M. Hyperketonemia in early lactation dairy cattle: a deterministic estimate of component and total cost per case. *J Dairy Sci* [Internet]. 2015 Mar 1; 98 (3): 2043–54.

4. Rasmussen LK, Nielsen BL, Pryce JE, Mottram TT, Veerkamp RF. Risk factors associated with the incidence of ketosis in dairy cows. *Anim Sci.* 1999; 68 (Pt3): 379–86.
5. Ruoff J, Borchardt S, Mahrt A HW. Effects of Hyperketonemia within the First Six Weeks of Lactation on Milk Production and Reproductive Performance. *J Adv dairy Res.* 2016; 4 (4): 1-8.
6. Dohoo IR, Martin SW. Subclinical ketosis: prevalence and associations with production and disease. *Can J Comp Med.* 1984 Jan; 48 (1): 1–5.
7. McLaren CJ, Lissemore KD, Duffield TF, Leslie KE, Kelton DF, Grexton B. The relationship between herd level disease incidence and a return over feed index in Ontario dairy herds. *Can Vet J.* 2006 Aug; 47 (8): 767–73.
8. Villa-Arcila NA, Duque-Madrid PC, Sanchez-Arias S, Rodriguez-Lecompte JC, Ratto MH, Sanchez J, et al. Butyrate concentration before and after calving is not associated with the odds of subclinical mastitis in grazing dairy cows. *Livest Sci.* 2017 Apr 1; 198: 195–200.
9. Garro CJ, Mian L, Cobos Roldán M. Subclinical ketosis in dairy cows: prevalence and risk factors in grazing production system. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)* [Internet]. 2014 Oct 1; 98 (5): 838–44.
10. Cucunubo LG, Wittwer F, Noro M, Strieder-Barboza C. Diagnostico de cetosis subclinica y balance energetico negativo en vacas lecheras mediante el uso de muestras de sangre, orina y leche. *Rev Cient.* 2013; XXIII (2):111–9.
11. Moreira TF, Facury Filho EJ, Meneses RM, Mendonça FLM, Lima JAM, Carvalho AU. Energetic status of crossbreed dairy cows during transition period in two different seasons. *Arq Bras Med Veterinária e Zootec* [Internet]. 2015 Oct; 67 (5): 1327–34.
12. Dohoo I, Martin W, Stryhn H. Veterinary epidemiologic research [Internet]. Atlantic Veterinary College, University of Prince Edward Island; 2003. 706 p.
13. Saborío-Montero A, Sánchez JM et al. Prevalencia y factores de riesgo relacionados con la cetosis clínica y subclínica tipo I y II en un hato de vacas Jersey en Costa Rica. *Agron Costarric.* 2013; 37(2): 17–29.
14. Iwersen M, Falkenberg U, Voigtsberger R, Forderung D, Heuwieser W. Evaluation of an electronic cow-side test to detect subclinical ketosis in dairy cows. *J Dairy Sci* [Internet]. 2009 Jun 1; 92 (6): 2618–24.
15. Konkol K, Godden S, Rapnicki P, Overton M. Validation of a rapid cow-side test for the measurement of blood beta-hydroxybutyrate in fresh cows. In: *Proc 42nd Annual Conf Am Assoc Bovine Pract, Omaha, NE.* 2009.
16. McArt J, Nydam D, Oetzel G. Epidemiology of subclinical ketosis in early lactation dairy cattle. *J Dairy Sci.* 2012; 95 (9): 5056–66.

17. Suthar V, Canelas-Raposo J, Deniz A, Heuwieser W. Prevalence of subclinical ketosis and relationships with postpartum diseases in European dairy cows. *J Dairy Sci.* 2013 May 1; 96 (5): 2925–38.
18. Oetzel G. Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 2004; 20 (3): 651–74.
19. Edmonson AJ, Lean IJ, Weaver LD, Farver T, Webster G. A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. *J Dairy Sci.* 1989; 72 (1): 68–78.
20. Gilbert RO. Management of Reproductive Disease in Dairy Cows. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 2016 Jul 1; 32 (2): 387–410.
21. Sheldon IM, Lewis GS, LeBlanc S, Gilbert RO. Defining postpartum uterine disease in cattle. *Theriogenology.* 2006 May 1; 65 (8): 1516–30.
22. Pinzón-Sánchez C, Ruegg PL. Risk factors associated with short-term post-treatment outcomes of clinical mastitis. *J Dairy Sci.* 2011 Jul 1; 94 (7): 3397–410.
23. DeGaris PJ, Lean IJ. Milk fever in dairy cows: A review of pathophysiology and control principles. *Vet J.* 2008 Apr; 176 (1): 58–69.
24. Sprecher DJ, Hostetler DE, Kaneene JB. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology.* 1997 Apr 15; 47 (6): 1179–87.
25. Daniel W. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. 3th ed. Limusa E, editor. 1991. 665 p.
26. McSherry BJ, Maplesden DC, Branion HD et al. Ketosis in Cattle—a Review. *Can Vet J.* 1960 May; 1 (5): 208–13.
27. Duffield T, Lissemore KD, McBride BW, Leslie KE. Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. *J Dairy Sci.* 2009 Feb 1; 92 (2): 571–80.
28. Seifi HA, LeBlanc SJ, Leslie KE, Duffield TF. Metabolic predictors of post-partum disease and culling risk in dairy cattle. *Vet J.* 2011; 188 (2): 216–20.
29. Raboisson D, Mounié M, Maigné E. Diseases, reproductive performance, and changes in milk production associated with subclinical ketosis in dairy cows: A meta-analysis and review. *J Dairy Sci.* 2014; 97 (12): 7547–63.
30. Vanholder T, Papen J, Bemers R, Vertenten G, Berge A. Risk factors for subclinical and clinical ketosis and association with production parameters in dairy cows in the Netherlands. *J Dairy Sci.* 2015 Feb; 98 (2): 880–8.
31. Santschi DE, Lacroix R, Durocher J, Duplessis M, Moore RK, Lefebvre DM. Prevalence of elevated milk β -hydroxybutyrate concentrations in Holstein cows measured by Fourier-transform infrared analysis in Dairy Herd Improvement milk samples and association with milk yield and components. *J Dairy Sci.* 2016 Nov 1; 99 (11): 9263–70.

32. Vallejo D, Benavides C, Morillo D, Astaíza J, Chaves C. Efecto de las enfermedades en posparto temprano sobre el intervalo parto concepción: estudio de cohorte en vacas lecheras de Pasto, Colombia. *CES Med Vet y Zootec*. 2017; 12 (1): 33–43.
33. Berge A, Vertenten G. A field study to determine the prevalence, dairy herd management systems, and fresh cow clinical conditions associated with ketosis in western European dairy herds. *J Dairy Sci*. 2014; 97 (4): 2145–54.
34. Suriyasathaporn W, Heuer C, Noordhuizen-Stassen EN, Schukken YH. Hyperketonemia and the impairment of udder defense: a review. *Vet Res*. 2000 Jul 1; 31 (4): 397–412.
35. LeBlanc S. Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. *J Reprod Dev*. 2010 Jan; 56 Suppl: S29–35.
36. Hammon DS, Evjen IM, Dhiman TR, Goff JP, Walters JL. Neutrophil function and energy status in Holstein cows with uterine health disorders. *Vet Immunol Immunopathol*. 2006 Sep 15; 113 (1–2): 21–9.
37. Weber C, Losand B, Tuchscherer A, Rehbock F, Blum E, Yang W, et al. Effects of dry period length on milk production, body condition, metabolites, and hepatic glucose metabolism in dairy cows. *J Dairy Sci*. 2015 Mar 1; 98(3): 1772–85.
38. Garnsworthy P. Body condition score in dairy cows: targets for production and fertility. En: *Recent Advances in Animal Nutrition*. 29 ed. Reino Unido: Nottingham University Press; 2006. p. 61–86.
39. Hoedemaker M, Prange D, Gundelach Y. Body Condition Change Ante- and Postpartum, Health and Reproductive Performance in German Holstein Cows. *Reprod Domest Anim*. 2009 Apr; 44 (2): 167–73.
40. Duffield T, Sandals D, Leslie KE, Lissemore K, McBride BW, Lumsden JH, et al. Efficacy of Monensin for the Prevention of Subclinical Ketosis in Lactating Dairy Cows. *J Dairy Sci*. 1998 Nov 1; 81 (11): 2866–73.
41. Compton C, Young L, McDougall S. Subclinical ketosis in post-partum dairy cows fed a predominantly pasture-based diet: defining cut-points for diagnosis using concentrations of beta-hydroxybutyrate in blood and determining prevalence. *N Z Vet J*. 2015 Sep 3; 63 (5): 241–8.
42. Reist M, Erdin D, von Euw D, Tschuemperlin K, Leuenberger H, Delavaud C, et al. Concentrate Feeding Strategy in Lactating Dairy Cows: Metabolic and Endocrine Changes with Emphasis on Leptin1,2. *J Dairy Sci* [Internet]. 2003 May 1; 86 (5): 1690–706.
43. Kokkonen T, Tesfa A, Tuori M, Syrjälä-Qvist L. Concentrate feeding strategy of dairy cows during transition period. *Livest Prod Sci*. 2004 Mar 1; 86 (1–3): 239–51.
44. Andersson L, Lundström K. Effect of Feeding Silage with High Butyric Acid Content on Ketone Body Formation and Milk Yield in Postparturient Dairy Cows. *Zentralblatt für Veterinärmedizin R A*. 1985 May 13; 32 (1–10): 15–23.

45. Van Hoesel RJ, Dijkstra J, Bruckmaier RM, Gross JJ, Lam TJGM, Remmelink GJ, et al. The effect of dry period length and postpartum level of concentrate on milk production, energy balance, and plasma metabolites of dairy cows across the dry period and in early lactation. *J Dairy Sci.* 2017 Jul; 100 (7): 5863–79.
46. Mäntysaari EA, Gröhn YT, Quaas RL. Clinical Ketosis: Phenotypic and Genetic Correlations Between Occurrences and with Milk Yield. *J Dairy Sci.* 1991 Nov 1; 74 (11): 3985–93.
47. Gröhn Y, Thompson JR, Bruss ML. Epidemiology and genetic basis of ketosis in Finnish Ayrshire cattle. *Prev Vet Med.* 1984 Oct 1; 3 (1): 65–77.
48. Daros RR, Hötzel MJ, Bran JA, LeBlanc SJ, von Keyserlingk MAG. Prevalence and risk factors for transition period diseases in grazing dairy cows in Brazil. *Prev Vet Med.* 2017 Sep; 145: 16–22.
49. Mahrt A, Burfeind O, Heuwieser W. Evaluation of hyperketonemia risk period and screening protocols for early-lactation dairy cows. *J Dairy Sci.* 2015 May; 98 (5): 3110–9.