



# Revista Agrária Acadêmica

## [Agrarian Academic Journal](#)

Volume 3 – Número 3 – Mai/Jun (2020)



doi: 10.32406/v3n32020/119-127/agrariacad

**Validação do medidor portátil Freestyle® Optium Neo na determinação de glicose em ovelhas com gestação simples e gemelar.** Validation of the Freestyle® Optium Neo portable meter for glucose determination in ewes with single and twin pregnancies.

[Jeferson Silva Carvalho](#)<sup>1</sup>, [Taile Katiele Souza de Jesus](#)<sup>2\*</sup>, [Guilherme de Oliveira Argolo Delfino](#)<sup>3</sup>, [Paulo Vinícius de Moraes Santos](#)<sup>4</sup>, [Halley Schuch Passos](#)<sup>3</sup>, [Lucas Leandro da Silva Soares](#)<sup>2</sup>, [Carolina Akiko Sato Cabral de Araújo](#)<sup>2</sup>, [Carla Maria Vela Ulian](#)<sup>5</sup>, [Pierre Castro Soares](#)<sup>2</sup>, [Huber Rizzo](#)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>- Departamento de Clínica Médica, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo (VCM/FMVZ/USP), São Paulo, São Paulo, Brasil. Email: [jefersonsilvacarvalho@hotmail.com](mailto:jefersonsilvacarvalho@hotmail.com)

<sup>2</sup>- Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco, (DMV/UFRPE) Recife, Pernambuco, Brasil. Email: [tailekatiele14@yahoo.com.br](mailto:tailekatiele14@yahoo.com.br), [lucasleandrovet@gmail.com](mailto:lucasleandrovet@gmail.com), [mvcarolcabral@gmail.com](mailto:mvcarolcabral@gmail.com), [pcastro.pe@gmail.com](mailto:pcastro.pe@gmail.com), [hubervet@gmail.com](mailto:hubervet@gmail.com)

<sup>3</sup>- Médico Veterinário Autônomo, Aracaju, SE, Brasil. Email: [guilhermeoad@gmail.com](mailto:guilhermeoad@gmail.com), [halleypassos@gmail.com](mailto:halleypassos@gmail.com)

<sup>4</sup>- Departamento de Veterinária, Universidade Federal de Viçosa, (DVT/UFV), Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Email: [pvmorais@hotmail.com](mailto:pvmorais@hotmail.com)

<sup>5</sup>- Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Oeste da Bahia (DMV/UFOB), Barras, Bahia, Brasil. Email: [carlamvulian@gmail.com](mailto:carlamvulian@gmail.com)

\*Autor para correspondência.

### Resumo

Objetivou-se determinar a precisão do glicosímetro portátil FreeStyle® Optium Neo no monitoramento a campo da glicemia de ovelhas com gestação simples e múltiplas. Foram avaliadas 29 ovelhas da raça Santa Inês, com idade entre dois e seis anos, peso vivo médio de 68,2 kg, ECC 3,4±0,5. As 377 amostras sanguíneas foram obtidas durante o parto, parto e pós-parto por venopunção da jugular e ponta de orelha. Houve correlação positiva forte entre a concentração plasmática laboratorial e a concentração sanguínea obtida pelo glicosímetro ( $r=0,95$ ;  $n=174$ ;  $P<0,01$ ) com índice  $kappa$  apresentando 0,63 de concordância. O aparelho portátil é uma opção viável, rápida e de boa precisão para mensuração da glicemia em ovelhas.

**Palavras-chave:** Cetose. Partos múltiplos. Ovinos. Transtornos metabólicos.

### Abstract

The objective of this study was to determine the accuracy of the FreeStyle® Optium Neo portable glucometer in the field monitoring of blood glucose in sheep with single and multiple gestations. 29 Santa Inês ewes were evaluated, aged between two and six years, average live weight of 68.2 kg, BCS 3.4 ± 0.5. The 377 blood samples were obtained during the peripartum, delivery and postpartum by venipuncture of the jugular and tip of the ear. There was a strong positive correlation between the laboratory plasma concentration and the blood concentration obtained by the glucometer ( $r = 0.95$ ;  $n = 174$ ;  $P < 0.01$ ) with a kappa index showing 0.63 of agreement. The portable device is a viable, fast and good precision option for measuring blood glucose in sheep.

**Keywords:** Ketosis. Multiple births. Sheep. Metabolic disorders.

## Introdução

As exigências produtivas impostas na criação de pequenos ruminantes mediante a seleção genética e os sistemas de manejo intensivos são fatores predisponentes que contribuem consideravelmente para o aumento dos transtornos metabólicos-nutricionais nos rebanhos animais (CONTRERAS; WITTWER; BÖHMWALD, 2000). Os ovinos, por diversos fatores, podem apresentar desbalanços metabólicos em qualquer fase de desenvolvimento e época do ano, no entanto, é no período gestacional, o estado fisiológico de maior risco e perdas devido ao aumento no requerimento nutricional para manutenção do desenvolvimento reprodutivo (CONTRERAS; WITTWER; BÖHMWALD, 2000; REECE, 2017).

A redução no consumo de matéria seca associada ao exacerbado aumento na demanda energética no terço final da gestação onde o crescimento fetal é rápido, pode resultar em desequilíbrio metabólico com consequente quadro de balanço energético negativo (BEN), principalmente em ovelhas multíparas, com escore de condição corporal (ECC) menor que 2 e maior que 4 e gestação múltipla, caracterizando o quadro de cetose ou toxemia da prenhez (TP) (BROZOS; MAVROGIANNI; FTHENASKIS, 2011; SOUTO et al., 2013).

A glicose é o principal metabólito energético sendo o terço final da gestação o período em que seu requerimento aumenta 5,4 vezes mais para o desenvolvimento do feto, onde sua diminuição no organismo devido redução no consumo ou aporte de matéria seca, levará a mobilização de reservas corporais caracterizando o BEN (SCHLUMBOHM; HARMEYER, 2008; SOUTO et al., 2013).

Dentre os componentes sanguíneos que melhor expressam as variações do estado nutricional de ovelhas no peri e pós-parto podem ser citados a hemoglobina, o hematócrito e a glicose, uma vez que, podem apresentar-se diminuídos quando os requerimentos nutricionais aparentemente não foram suficientes. Sabe-se que a glicose é o metabólito de eleição para avaliação do status energético de ruminantes por representar a principal via metabólica da energia, ainda que, o déficit energético necessite ser bem intenso para diminuir a concentração da mesma na corrente sanguínea (SCHLUMBOHM; HARMEYER, 2008; BRONDANI et al., 2016).

Dessa forma, o uso de medidores eletrônicos portáteis pode ser uma ferramenta útil no monitoramento da homeostase glicêmica, fornecendo resultados de maneira imediata, contribuindo não só com a redução dos custos produtivos ao evitar o envio de amostras ao laboratório, mas também com o rápido diagnóstico da condição de saúde do animal a campo.

Assim, objetivou-se com esse trabalho determinar a precisão que o glicosímetro portátil FreeStyle<sup>®</sup> Optium Neo apresenta para o monitoramento a campo da mensuração da glicemia em ovelhas com gestação simples e múltiplas.

## Material e Métodos

Os procedimentos da pesquisa foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade Pio Décimo sob protocolo 05/2017.

A pesquisa foi realizada na Cabanha Ovinos Pina localizada no município de Estância, litoral sul do estado de Sergipe (11°16'4" S, 37°26'16" W), durante o período de abril a julho de 2017. Foram selecionadas para avaliação, 29 ovelhas híbridas da raça Santa Inês, sendo quatro

nulíparas e 25 multíparas, com idade entre dois e seis anos, peso vivo médio de 68,2±12,2kg, ECC 3,4±0,5 (WRIGHT; RUSSEL, 1984) criadas em sistema intensivo.

Durante todo o estudo as ovelhas foram mantidas confinadas em baias coletivas com piso coberto de cama de areia e fornecimento de volumoso composto por capim elefante (*Pennisetum purpureum*), milho forrageiro (*Zea mays*), gliricídia (*Gliricídea sepium*) e pseudocaulé de bananeira (*Musa paradisiaca*), além de serem suplementadas com 300g/dia com concentrado a base de farelo de trigo e soja, milho moído e núcleo mineral. A mistura de volumoso e concentrado era fornecida em comedouros duas vezes ao dia de forma *ad libitum*, assim como o sal mineralizado comercial. A água, proveniente de poço artesiano, era fornecida em bebedouros automáticos.

Para concentração dos partos, as fêmeas foram submetidas a protocolo de sincronização de ovulação com esponja vaginal impregnada com acetato de medroxiprogesterona (Progespon<sup>®</sup>, Zoetis Indústria de Produtos Veterinários Ltda) durante quatorze dias. No dia da remoção da mesma, foi aplicado via IM 1,25mg de cloroprostenol sódico (Sincrocio<sup>®</sup>, Ouro Fino Agronegócio) e em seguida introduzidos rufiões vasectomizados com tinta marcadora na região do peitoral. Doze horas após a detecção do cio e marcação das ovelhas pelos rufiões, foi realizada a cobertura por monta natural com dois carneiros reprodutores da raça Santa Inês, com ECC 4 e peso vivo médio de 110,0kg. Quarenta dias após a cobertura, foi realizada ultrassonografia transretal para confirmação da prenhez das quais, quatorze apresentaram gestação simples e quinze gestação gemelar. Confirmada a prenhez, as ovelhas foram mantidas nas baias e realocadas apenas quinze dias antes do parto para baias maternidades individuais com a finalidade de acompanhamento da parição.

Foram coletadas 377 amostras séricas para determinação da caracterização metabólico-nutricional durante seis momentos: quatorze e sete dias pré-parto, no momento do parto e um, três e cinco dias pós-parto, das quais 29 amostras foram para avaliação do volume globular (VG) e 348 para avaliação da glicose (174 pelo glicosímetro e 174 pelo método laboratorial).

As amostras sanguíneas foram coletadas por venopunção da jugular em tubo a vácuo BD Vacutainer<sup>®</sup> contendo fluoreto de sódio para mensuração da glicose plasmática (GP), e tubo contendo ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) para obtenção do VG para realização do método do microhematócrito<sup>(8)</sup> apenas no momento menos quatorze dias antes do parto. Para mensuração da GP, os tubos foram identificados e centrifugados a 3.000 rpm por dez minutos para obtenção de alíquotas plasmáticas, as quais foram armazenadas em micro tubos do tipo Eppendorf<sup>®</sup> a -20°C no Laboratório de Patologia Clínica da Faculdade Pio Décimo em Aracaju até serem enviadas ao Laboratório de Doenças Carenciais e Metabólicas dos Animais Domésticos da Universidade Federal Rural de Pernambuco para análise.

As tiras teste de glicemia do glicosímetro portátil FreeStyle<sup>®</sup> Optium Neo (Abbott, Abbott Diabetes Care Ltda, Oxon, UK) com capacidade para mensuração de glicose sanguínea numa faixa de 20mg/dL a 500mg/dL, foram utilizadas de acordo com as instruções do fabricante após a tricotomia da ponta da orelha dos animais, limpeza e desinfecção com álcool etílico 70%. A gota de sangue foi obtida seguida da venopunção minimamente invasiva com agulha hipodérmica 0,8x30mm de acordo com as recomendações de Pichler et al. (2014).

A análise enzimática laboratorial foi considerada como o teste padrão ouro para a validação do aparelho portátil. A determinação da GP foi feita de acordo com a metodologia GOD-Trinder pelo método cinético por meio de kit comercial (referência 133) da Labtest Diagnóstica S/A (Minas Gerais, Brasil) segundo a recomendação do fabricante, através do analisador bioquímico automático Labmax 240 também da mesma empresa.

Os dados obtidos e analisados no Software Statistical Program os Social Sciences (SPSS) versão 16.0 foram comparados por meio do teste *t* pareado de Student para ambos os métodos, posteriormente foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson pela análise de regressão linear e o método Bland-Altman (BLAND; ALTMAN, 1986) o qual permite avaliar qualquer possível relação entre o erro de medição do dispositivo eletrônico e o padrão-ouro (BLAND; ALTMAN, 1986). Baseado nos valores da GP obtidos pelo teste laboratorial, as ovelhas foram classificadas como hipoglicêmicas (<50mg/dL), normoglicêmicas (50-80mg/dL) ou hiperglicêmicas (>80mg/dL), de acordo com Kaneko; Harvey; Bruss, (2008). A partir dessa classificação e aplicando os limites inferiores de 50mg/dL e superiores de 80mg/dL, foram calculadas para o glicosímetro, sensibilidade (*Se*), especificidade (*Sp*) e índice de Youden (IY) para avaliar a qualidade do sistema de teste pois este, segundo Youden (1950) reflete todos os dados que foram corretamente identificados pelo dispositivo. Para determinar o melhor limiar otimizado para o glicosímetro portátil FreeStyle® Optium Neo e distinguir as ovelhas com hipo ou hiperglicemia foi analisada a curva de Característica de Operação do Receptor (ROC) (SWETS, 1988) para o dispositivo (baseado nos resultados laboratoriais). Para descrever a concordância entre os dois métodos diagnósticos para identificar animais com hipo e hiperglicemia foi utilizado ainda, o coeficiente de concordância *kappa* (*k*) de Cohen. Em todas as análises estatísticas, foi adotado o nível de significância (*p*) de 5% sendo os resultados expressos em mg/dL.

## Resultados

A análise descritiva avaliando média, desvio padrão, valor mínimo e máximo da concentração de glicose utilizando ambos os métodos de diagnósticos, estão dispostas na tabela 1, onde é possível observar que a concentração plasmática de glicose variou de 26 a 195,2mg/dL (64,4±43,9mg/dL), enquanto que a concentração sanguínea obtida pelo glicosímetro portátil a variação foi de 19,0 a 243mg/dL (58,4±46,4mg/dL). Os valores médios obtidos pelo uso do glicosímetro (58,3±46,3mg/dL) foram significativamente menores (P=0,001) quando comparados a aqueles determinados pelo método padrão ouro (64,4±43,9mg/dL). Sendo o desvio médio na concentração plasmática e sanguínea de glicose de 6,0mg/dL (IC 95%=3,9-8,1).

Tabela 1 - Análise descritiva da concentração de glicose no plasma e sangue venoso total ( $\bar{x}\pm s$ ) de 29 ovelhas gestantes da raça Santa Inês (n=174). Estância. Sergipe, 2017.

Momentos	Método utilizado					
	Laboratório (Padrão-ouro)			Free Style® Optium Neo		
	Média	SD	Intervalo	Média	SD	Intervalo
14 dias pré-parto	37,7	5,5	28-52	35,4	6,6	20-45
07 dias pré-parto	43,5	10,5	30-88	40,4	13,8	20,93
Parto	155,4	34,0	41-195	150,1	45,7	33-243
01 dia pós-parto	49,4	8,5	27-65	40,7	12,2	19-61
03 dias pós-parto	48,0	7,4	19-61	38,4	12,3	19-70
05 dias pós-parto	52,4	8,0	39-73	45,3	12,2	19-69
Todos os momentos	64,4	43,9	26-195	58,4	46,4	19-243

Valores de referência segundo Kaneko et al. (2008) = 50-80mg/dL

Foi observada correlação significativa e positiva forte entre a concentração GP e a concentração de glicose obtida pelo dispositivo portátil ( $r=0,95$ ;  $n=174$ ;  $P<0,01$ ) (figura 1). Além disso, o índice  $k$  de 0,63 descreveu como concordância substancial o uso do glicosímetro portátil analisado em relação ao teste padrão ouro.

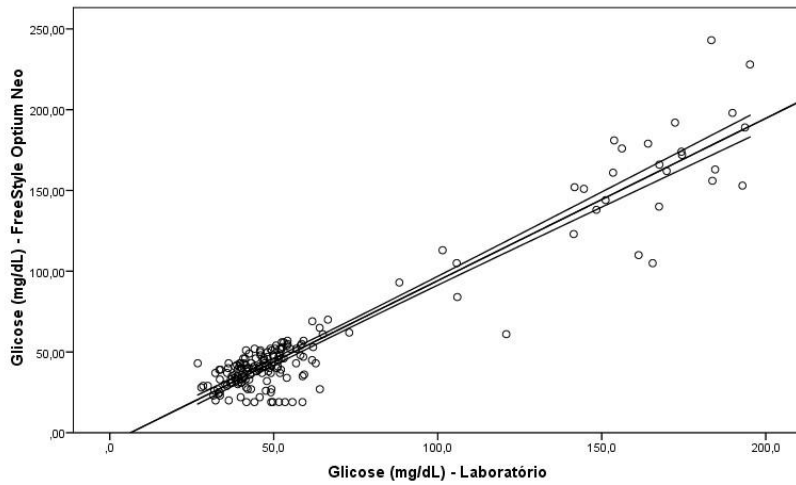


Figura 1 - Correlação entre a concentração da glicose determinada no plasma pelo método laboratorial e da glicose no sangue total venoso obtida com o medidor portátil eletrônico FreeStyle® Optium Neo:  $r=0,95$ ,  $n=174$ ,  $p<0,001$

A figura 2, mostra o método de Bland-Altman e as diferenças observadas entre as concentrações de glicose determinadas entre o método laboratorial e o glicosímetro.

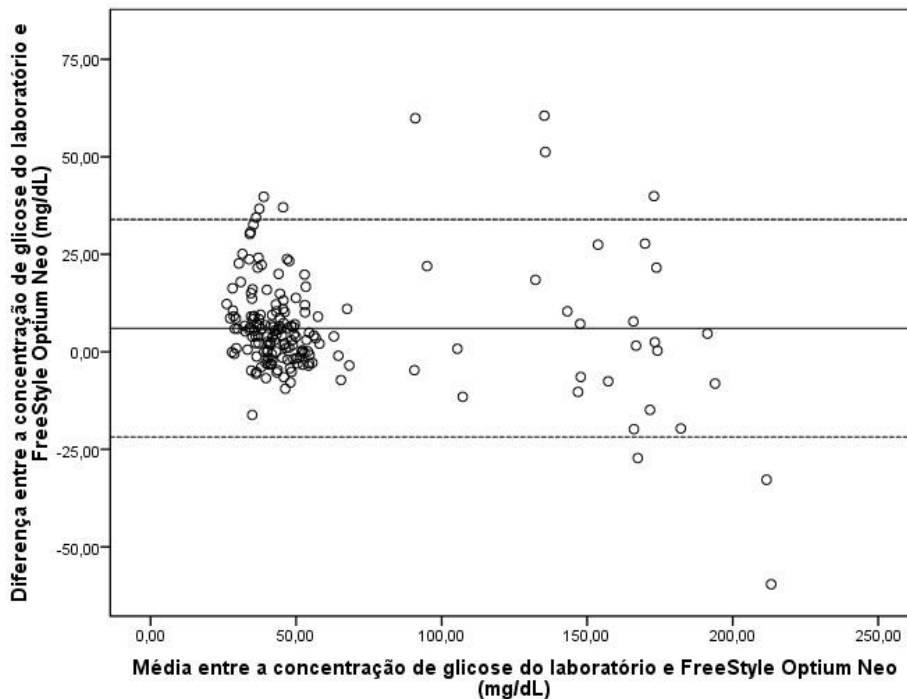


Figura 2 - Teste Bland-Altman mostrando a diferença entre a concentração de glicose obtida pelo método laboratorial e o medidor portátil eletrônico FreeStyle® Optium Neo

Os limiares para concentração de glicose sanguínea determinada com o dispositivo FreeStyle® Optium Neo foram analisados pela curva ROC (tabela 2). Um limite de  $\leq 51\text{mg/dL}$

indicou um estado hipoglicêmico nas ovelhas, com *Se* de 96,0% e *Sp* de 60,8%. Hiperglicemia foi detectada com o limite de >57mg/dL, com *Se* de 100% e *Sp* de 96,5%. Além disso, a análise da área resultante sob a curva ROC e o IY demonstraram alta qualidade do dispositivo em classificar corretamente os animais com hipo e hiperglicemia.

Tabela 2 - Análise da Característica de Operação do Receptor (ROC) para o glicosímetro FreeStyle® Optium Neo de sangue venoso total de 29 ovelhas Santa Inês (n=174) em fase de parto. Estância, Sergipe, 2017.

Condição <sup>1</sup>	Ponto de corte <sup>2</sup>	Se <sup>3</sup>	IC <sup>4</sup> 95%	Sp <sup>5</sup>	IC 95%	AUC <sup>6</sup>	IY <sup>6</sup>
Hipoglicemia	≤51mg/dL	96,08	90,3-98,9	68,06	56,0-78,6	0,856	0,641
Hiperglicemia	>57mg/dL	100,0	88,1-100,0	96,55	92,1-98,9	0,999	0,965

<sup>1</sup>Concentração plasmática de glicose analisada pelo laboratório.

<sup>2</sup>Ponto de corte otimizado ao FreeStyle Optium Neo® para mensuração de hipo, normo e hiperglicemia.

<sup>3</sup>Sensibilidade (percentagem de ovelhas com teste positivo).

<sup>4</sup>Intervalo de confiança a 95%.

<sup>5</sup>Especificidade (percentagem de ovelhas com teste negativo).

<sup>6</sup>Área sob a curva ROC.

<sup>7</sup>Índice de Youden ( $Se+Sp-1$ ).

O número de amostras com concentração de glicose plasmática abaixo de 50mg/dL (hipoglicemia) foi de 216 (62,06±4,59%) enquanto que, os resultados normoglicêmicos e hiperglicêmicos obtidos foram de 75 (21,55±4,31%) e 57 (16,37±0,27%), respectivamente. Os valores do VG variaram entre 22% a 34%.

A média de glicose nas ovelhas com fetos duplos foram maiores, quando comparada com as de gestação simples, ambas as médias são diferentes estatisticamente, no entanto, quando comparadas com o teste padrão ouro observou-se que, apenas a média de ovelhas com um feto era estatisticamente semelhante.

## Discussão

Uma correlação fortemente positiva ( $r=0,95$ ,  $n=174$ ,  $P<0,001$ ) foi detectada entre a concentração da glicose determinada pelo método laboratorial e o glicosímetro FreeStyle® Optium Neo (figura 1). Estudos prévios similares com o uso de medidores eletrônicos portáteis para monitoramento de glicemia em humanos, também relataram uma correlação significativa fortemente positiva (KATSOULOS et al., 2011; PANOUSIS et al., 2012; PISCHLER et al., 2014) e moderada (HORNING et al., 2013), quando aplicados em ovelhas no período de parto. No entanto, para uma avaliação detalhada de um sistema de diagnóstico, nem sempre é adequado determinar apenas uma correlação entre diferentes sistemas de diagnóstico (BLAND; ALTMAN, 1986).

A concentração média de glicose sanguínea obtida pelo dispositivo foi de 6mg/dL menor do que a concentração plasmática média determinada pelo padrão ouro, fato este confirmado pelo teste *t* pareado de Student que observou no glicosímetro um resultado médio menor ( $P<0,05$ ) do que o método laboratorial. Dessa forma, o teste Bland-Altman demonstrou que o FreeStyle® Optium Neo subestimou a concentração de glicose plasmática, corroborando com Katsoulos et al. (2011) e Pichler et al. (2014). Esse resultado pode ocorrer devido a concentração de glicose plasmática ser 13,2% maior do que a concentração venosa do sangue total (KUWA et al., 2001), sendo umas das

principais razões para o viés observado entre as concentrações medidas com o dispositivo portátil em relação ao padrão ouro.

No presente estudo, os valores do VG obtidos para as ovelhas da raça Santa Inês estão dentro da normalidade, que varia de 22% a 38% (BEZERRA et al., 2017). Contudo, de acordo com a instrução do fabricante do FreeStyle<sup>®</sup> Optium Neo, o fornecimento de resultados mais precisos resulta de VG entre 30% e 60% para a espécie humana. Provavelmente, o baixo VG detectado em alguns dos animais contribuiu pelas diferenças apresentadas pelo método de Bland-Altman. Em humanos, um alto valor do VG está associado com valores superestimados e baixos valores estão associado com resultados subestimados na concentração de glicose (TANG et al., 2000). Adicionalmente, o glicosímetro foi projetado para uso em humanos, que possuem maior concentração de glicose no sangue do que a espécie ovina (KATSOULOS et al. 2011), sendo assim, uma correção do limite foi necessária para a correta interpretação dos valores exibidos no glicosímetro analisado (tabela 2).

É desejável que os testes de diagnóstico a campo sejam rápidos, sensíveis, específicos, confiáveis, fáceis de manusear e econômicos (PANOUSIS et al., 2012). A análise da curva ROC foi realizada para determinar com alta precisão os casos de hiper e hipoglicemia, adotando-se ponto de corte de 51mg/dL e 57mg/dL, respectivamente, para concentração de glicose determinada pelo dispositivo. Observou-se que a área resultante sob a curva ROC demonstrou a qualidade do dispositivo baseando-se na Se e Sp dos valores obtidos. Achados semelhantes para o limite inferior foram encontrados por Pichler et al. (2014) trabalhando com cabras em fase de lactação, encontrando um limiar de 51,5mg/dL (Se=0,71, Sp=0,66) e 66mg/dL (Se=1,00 Sp=0,95) para o glicosímetro FreeStyle<sup>®</sup> Precision.

O estudo mostrou ainda que, ovelhas com dois fetos apresentaram concentrações significativamente maiores durante os momentos avaliados, o que não foi o caso de ovelhas gestando apenas um feto. Harmeyer e Schlumbohm (2006) inferiram que a regulação e o estresse metabólico no final da gestação de gêmeos eram desproporcionalmente alto, pois a ovelha reduz sua capacidade em utilizar a glicose e conseqüentemente prejudica a eliminação dos produtos originados da sua metabolização facilitando o desenvolvimento da cetose.

## **Conclusão**

Os resultados demonstraram que o glicosímetro FreeStyle<sup>®</sup> Optium Neo é uma ferramenta de diagnóstico útil, rápida e de boa precisão para o monitoramento da glicemia a campo em ovelhas na fase de periparto, desde que sejam aplicados e interpretados corretamente os limites inferiores e superiores ajustados para os valores de hipo e hiperglicemia apresentados pelo dispositivo.

## **Agradecimentos**

Agradecimentos ao Grupo de Iniciação Científica e Extensão em Buiatria (GICEB) do Curso de Medicina Veterinária da Faculdade Pio Décimo em Aracaju/SE e Cabanha Massaranduba de Estância/SE pela execução do projeto.

## Referências bibliográficas

- BEZERRA, L.R.; OLIVEIRA, W.D.C.; SILVA, T.P.D.; TORREÃO, J.N.C.; MARQUES, C.A.T.; ARAÚJO, M.J.; OLIVEIRA, R.L. Comparative hematological analysis of Morada Nova and Santa Inês in all reproductive stages. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.37, n.4, p.408-414, 2017.
- BLAND, J.M.; ALTMAN, D.G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **The Lancet**, v.327, p.307-310, 1986
- BRONDANI, W.C.; LEMES, J.S.; FERREIRA, O.G.L.; ROLL, V.F.B.; DEL PINO, F.A.B. Perfil metabólico de ovelhas em gestação. **Archivos de Zootecnia**, v.65, p.1-6, 2016.
- BROZOS, C.; MAVROGIANNI, V.S.; FTHENASKIS, G.C. Treatment and control of peri-parturient metabolic diseases: pregnancy toxemia, hypocalcemia, hypomagnesemia. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**. v.27, n.1, p.105-113, 2011.
- CONTRERAS, P.A.; WITTEWER, F.; BÖHMWALD, H. Uso dos perfis metabólicos no monitoramento nutricional dos ovinos, p.75-88. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.; PATIÑO, H.O.; RIBEIRO, L.A. **Perfil metabólico em ruminantes, seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: UFRGS; 2000.
- HARMEYER, J.; SCHLUMBOHM, C. Pregnancy impairs ketone body disposal in late gestating ewes: Implications for onset of pregnancy toxemia. **Research in Veterinary Science**, v.81, n.2, p.254-264, 2006.
- HORNING, K.J.; BYERS, S.R.; CALLAN, R.J.; HOLT, T.; FIELD, M.; HAN, H. Evaluation of point-of-care glucose and  $\beta$ -hydroxybutyrate meter operated in various environmental conditions in prepartum and postpartum sheep. **American Journal of Veterinary Research**, v.74, n.8, p.1059-1065, 2013
- KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6<sup>nd</sup> ed. San Diego: Academic Press; 2008. 916p.
- KATSOULOS, P.D.; MINAS, A.; KARATZIA, M.A.; POURLIOTIS, K.; CHRISTODOULOPOULOS, G. Evaluation of a portable glucose meter for use in cattle and sheep. **Veterinary Clinical Pathology**, v.40, n.2, p.245-247, 2011.
- KUWA, K.T.; NAKAYAMA, T.; HOSHINO, T.; TOMINAGA, M. Relationships of glucose concentrations in capillary whole blood, venous whole blood and venous plasma. **Clinica Chimica Acta**, v.307, n.1-2, p.187-192, 2001.
- PANOUSIS, N.; BROZOS, C.H.; KARAGIANNIS, I.; GIADINIS, N.D.; LAFI, S.; KRITSEPI-KONSTANTINOPOULOS, M. Evaluation of Precision Xceed<sup>®</sup> meter for on-site monitoring of blood  $\beta$ -hydroxybutyric acid and glucose concentrations in dairy sheep. **Research in Veterinary Science**, v.93, n.1, p.435-439, 2012.
- PICHLER, M.; DAMBERGER, A.; ARNHOLDT, T.; SCHWENDENWEIN, I.; GASTEINER, J.; DRILLICH, M.; IWERSEN, M. Evaluation of 2 electronic handheld devices for diagnosis of ketonemia and glycemia in dairy goats. **Journal of Dairy Science**, v.97, n.12, p.7538-7546, 2014.
- PICHLER, M.; DAMBERGER, A.; SCHWENDENWEIN, I.; GASTEINER, J.; DRILLICH, M.; IWERSEN, M. Thresholds of whole-blood  $\beta$ -hydroxybutyrate and glucose concentrations measured with an electronic hand-held device to identify ovine hyperketonemia. **Journal of Dairy Science**, v.97, n.3, p.1388-1399, 2014.
- REECE, W.O. Reprodução feminina dos mamíferos, cap.53. In: REECE, W.O. **Dukes: Fisiologia dos animais domésticos**. 13<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2017.
- SCHLUMBOHM, C.; HARMEYER, J. Twin-pregnancy increases susceptibility of ewes to hypoglycemic stress and pregnancy toxemia. **Research in Veterinary Science**, v.84, n.2, p.286-299, 2008.



SOUTO, R.J.C.; AFONSO, J.A.B.; MENDONÇA, C.L.; CARVALHO, C.C.D.; SILVA FILHO, A.P.; CAJUEIRO, J.F.P.; LIMA, E.H.F.; SOARES, P.C. Achados bioquímicos, eletrolíticos e hormonais de cabras acometidas com toxemia da prenhez. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.33, n.10, p.1174-1182, 2013.

SWETS, J.A. Measuring the accuracy of diagnostic systems. **Science**, v.240, p.1285-1293, 1988.

TANG, Z.; LEE, J.H.; LOUIE, R.F.; KOST, G.J. Effects of different hematocrit levels on glucose measurements with handheld meters for point of care Testing. **Archives of Pathology & Laboratory Medicine**, v.124, n.8, p.1135-1140, 2000.

WRIGHT, I.A.; RUSSEL, A.J.F. Partition of fat, body composition and body condition score in mature cows. **Animal Production**, v.38, p.23-32, 1984.

YOU DEN, W.J. Index for rating diagnostic tests. **Cancer**, v.3, n.1, p.32-35, 1950.

Recebido em 1 de abril de 2020

Retornado para ajustes em 7 de maio de 2020

Recebido com ajustes em 10 de maio de 2020

Aceito em 15 de maio de 2020

### Artigos relacionados

[Cardiac biomarkers in goats with experimental ruminal lactic acidosis and supplemented with monensin sodium](#). Ana Clara Sarzedas Ribeiro, Gliére Silmara Leite Soares, Saulo de Tarso Gusmão da Silva, Eldinê Gomes de Miranda Neto, Rebeka Menezes Pontes, Pierre Castro Soares, Carla Lopes de Mendonça, José Augusto Bastos Afonso. **Revista Agrária Acadêmica**, v.3, n.1, Jan-Fev (2020), p. 7-16

[Avaliação da bioquímica sanguínea de vacas leiteiras acometidas por desordens digestivas de natureza mecânica](#). Luiz Teles Coutinho, Carla Lopes Mendonça, Gliere Silmara Leite Soares, Emanuel Felipe de Oliveira Filho, Rodolfo José Cavalcanti Souto, Jobson Filipe de Paula Cajueiro, Maria Isabel de Souza, Nivan Antonio Alves da Silva, Nivaldo de Azevêdo Costa, Pierre Castro Soares, José Augusto Bastos Afonso. **Revista Agrária Acadêmica**, v.2, n.5, Set-Out (2019), p. 87-100

[Outbreak of enzootic ataxia in lambs in the semi-arid state of Pernambuco, Brazil](#). Emanuel Felipe de Oliveira Filho, Pierre Castro Soares, Marta Miranda, José Augusto Bastos Afonso, Carla Lopes Mendonça, Rodolfo José Cavalcanti Souto, Daniel Nunes de Araújo Gonçalves, Antônio Flávio Medeiros Dantas, Taciana Holanda Kunst, Ana Paula Silveira Paim, Marta López-Alonso. **Revista Agrária Acadêmica**, v.2, n.4, Jul-Ago (2019), p. 18-26

[Metabolic profile of Moxotó breed goats during the gestation, delivery, and postpartum periods](#). Daniel Nunes de Araújo Gonçalves, Pierre Castro Soares, Emanuel Felipe de Oliveira Filho, Emanuela Polimeni de Mesquita, Sebastião Inocêncio Guido, Dayane Santos Peixoto, Rafael Artur da Silva Júnior, Cláudio Coutinho Bartolomeu, Marleyne José Afonso Accioly Lins Amorim. **Revista Agrária Acadêmica**, v.2, n.4, Jul-Ago (2019), p. 27-40

[Metabolic profile and renal function of lambs fed with maniçoba hay replacement by spineless cactus](#). Luciana Neves Farias Gouveia, Pierre Castro Soares, Marismênia Siqueira Campos Moura, Tomás Guilherme Pereira da Silva, Izildo Ferreira da Silva Neto, Daniel Nunes de Araújo Guimarães, Daniel Barros Cardoso, Ângela Maria Vieira Batista, Francisco Fernando Ramos de Carvalho. **Revista Agrária Acadêmica**, v.2, n.4, Jul-Ago (2019), p. 41-51

[Concentração sérica de troponina I e fração miocárdica da creatinaquinase \(CK-MB\) em cabras leiteiras no parto](#). Daniel Nunes de Araújo Gonçalves, Pierre Castro Soares, Emanuel Felipe Oliveira Filho, Carla Lopes de Mendonça, José Augusto Bastos Afonso, Francisco Fernando Ramos Carvalho, Andreia Fernandes de Souza, Ayna Arramis Apolinário da Silva, Rebeka Menezes Pontes, Cleyton Charles Dantas Carvalho. **Revista Agrária Acadêmica**, v.2, n.4, Jul-Ago (2019), p. 158-170

[Concentração hepática de cobalto em caprinos e ovinos criados no Sertão pernambucano, Brasil](#). Daniel Nunes de Araújo Gonçalves, Emanuel Felipe de Oliveira Filho, Pierre Castro Soares, Felipe Rosendo Correia, Allan Vieira dos Santos Marques, Rebeka Pontes Menezes, Ayna Arramis Apolinário da Silva, Bruna Higino de Souza Silva. **Revista Agrária Acadêmica**, v.2, n.4, Jul-Ago (2019), p. 177-185