

# USO DO GLICOSÍMETRO PORTÁTIL PARA A MENSURAÇÃO DA GLICEMIA EM POTROS NEONATOS DA RAÇA MANGALARGA MARCHADOR

[Use of portable glucometer for glycemia measurement in Mangalarga Marchador neonatal foals]

Ingrid Bromerschenkel<sup>1\*</sup>, Lenir Cardoso Porfírio<sup>2</sup>, Carla Braga Martins<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doutoranda do Programa de Pós-Graduação de Medicina Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”- FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil

<sup>2</sup> Docente do curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Alegre, ES, Brasil.

**RESUMO** – O presente estudo objetivou avaliar a utilização do glicosímetro portátil para a mensuração da glicemia em potros neonatos considerando como controle os resultados mensurados por meio de teste laboratorial (TL) determinando-se assim se os valores de glicemia obtidos pelo glicosímetro portátil (GP) que estão de acordo com a Food and Drug Administration. Utilizou-se potros neonatos de ambos os sexos, hígidos, com até 30 dias de idade. Foram colhidas amostras sanguíneas para a mensuração no GP e TL, nos momentos: A: 0 à 12 horas; B: 24 à 36 horas; C: 72 horas; D: 7 dias; E: 15 dias e F: 30 dias de vida. As variações dos níveis glicêmicos obtidas no TL foram comparadas pela análise de variância ANOVA a nível de 5% de significância. Para comparação dos resultados do GP e TL entre os momentos A, B, C, D e F utilizou-se o teste t, e para o momento E, o teste de Mann-Whitney ambos com nível de 5% de significância. A variação percentual entre os resultados com TL e GP foi obtida pela diferença entre a média obtida pelo TL e a média obtida pelo GP. Não houve diferença dos níveis glicêmicos obtidos pelo TL entre os momentos. A média glicêmica para o período neonatal foi 152,11 mg/dL. Não houve diferença entre os resultados obtidos por meio do GP e TL. As mensurações obtidas com o GP variaram entre 99 e 183 mg/dL e as taxas de erro entre 2,68 a 11,55%. Não houve alterações significativas nas concentrações glicêmicas durante o período neonatal. O GP demonstrou precisão similar ao TL na determinação dos níveis glicêmicos. A taxa de erro do GP permaneceu dentro do limite exigido pela FDA, assegurando a sua utilização para a monitoração da glicemia em potros neonatais.

**Palavras-Chave:** equino; glicose sanguínea; níveis glicêmicos.

**ABSTRACT** – This study aimed to evaluate the use of portable blood glucose meter to measure glucose levels in neonatal foals considering how to control the results measured by laboratory test (TL) determining thereby the blood glucose values obtained by the portable blood glucose meter (GP) are in According to the Food and Drug Administration. It was used in neonatal foals of both sexes, healthy, up to 30 days of age. Blood samples were collected to measure the GP and TL in times: A: 0 to 12 hours; B: 24 to 36 hours; C: 72 hours; D: 7 days; E: and F 15 days 30 days of life. Changes in blood glucose levels obtained at TL were compared by ANOVA at 5% level of significance. For comparison of the results of the GP and TL between times A, B, C, D and F used the t-test, and the time and the Mann-Whitney test both with the 5% level of significance. The percentage variation between the results with WB and WG was obtained by the difference between the mean obtained by TL and the mean obtained by the GP. There was no difference in glycemic levels obtained by the TL between times. The average blood glucose for the neonatal period was 152,11 mg / dL. There was no difference between the results obtained by the GP and TL. The measurements obtained with GP ranged between 99 and 183 mg / dL and error rates between the 2,68 an 11,55% . There were no significant changes in blood glucose concentrations during the neonatal period. The GP demonstrated similar accuracy when TL in the determination of blood glucose levels. The GP error rate remained within the limits required by the FDA, ensuring their use for monitoring glucose levels in neonatal foals.

**Keywords:** equine; blood glucose; glucose levels.

---

\* Autor para correspondência. E-mail: guingaf1@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

A glicose é o principal substrato utilizado pelo organismo para a realização de diferentes funções biológicas como o fornecimento de energia para as células e participação em vias metabólicas (González & Silva, 2006), sendo a única fonte energética para as células do cérebro. A glicose sanguínea está em constante fluxo, sendo transportada de sua fonte a diversas partes do corpo (Capen, 1998).

Dentro de cada espécie animal ocorrem variações da glicemia principalmente em função da idade, dieta e das condições fisiológicas (González & Silva, 2006).

Logo após o nascimento, a concentração de glicose sanguínea do potro é baixa (Fenger, 2000), possuindo estoques de glicogênio para lhe dar energia por apenas até duas horas após o parto (Knottenbelt et al., 2004). Após a primeira mamada, os níveis de glicose aumentam significativamente, refletindo a absorção intestinal do colostro, que é altamente calórico (Fenger, 2000).

Com o intuito de facilitar a realização do teste de glicose no sangue, nos anos 70 surgiram os primeiros monitores portáteis de glicemia que foram fabricados para que pacientes humanos diabéticos pudessem monitorar a sua glicose sanguínea ao longo do dia (Maele et al., 2005).

Os primeiros aparelhos portáteis utilizavam a mensuração fotométrica, com base na mudança de cor na fita de teste provocada pela reação de sangue com uma enzima presente nela (Briggs & Cornell, 2004), sendo a intensidade da cor proporcional à quantidade de glicose (American Diabetes Association, 1996). Os glicosímetros utilizados atualmente quantificam a glicose por meio de reações eletroquímicas, que geram um impulso elétrico a ser interpretado pelo aparelho, resultando na concentração de glicose na amostra (Pica et al., 2003).

O uso dos sensores portáteis para mensuração da glicemia é amplamente difundido na rotina da clínica médica veterinária, especialmente de pequenos animais. A mensuração da glicemia tem importância no diagnóstico e na monitoração de várias enfermidades ou condições que podem causar hipoglicemia ou hiperglicemia (Cohn et al., 2000).

Os monitores de glicose oferecem uma série de benefícios em relação aos analisadores laboratoriais (Cohn et al., 2000), por serem pequenos, portáteis, fáceis de manusear e requerem uma pequena quantidade de sangue (Foster et al., 1999; Cohn et

al., 2000; Wess e Reusch 2000). Outras vantagens são a velocidade com que os resultados são obtidos e o fato do teste ser menos oneroso (Wess & Reusch, 2000; Pica et al., 2003).

Segundo a Food and Drug Administration (FDA) os glicosímetros portáteis não podem apresentar taxa de erro maior que 20% na concentração de glicose sanguínea para valores entre 30 e 400mg/dL (Briggs & Cornell, 2004).

A avaliação da precisão desses aparelhos é geralmente realizada comparando-se os valores da glicemia mensurada pelos aparelhos com aqueles obtidos por método laboratorial, considerados como referência (Brunner et al., 1998).

Diante do exposto, o presente estudo objetivou avaliar a utilização do glicosímetro portátil para a mensuração da glicemia em potros neonatos da raça Mangalarga Marchador (considerando como controle os resultados mensurados por meio de teste laboratorial) e determinar se a variação dos valores de glicemia mensurados pelo glicosímetro portátil está de acordo com a FDA.

## MATERIAL E MÉTODOS

O protocolo experimental realizado no presente estudo está de acordo com os princípios Éticos da Experimentação Animal, adotados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Universidade Federal do Espírito Santo (Protocolo nº 020/2013).

Foram utilizados 16 potros neonatos de ambos os sexos, recém-nascidos com até 30 dias de idade, da raça Mangalarga Marchador, pertencentes a uma propriedade particular situada no município de Alegre, região Sul do estado do Espírito Santo.

Os animais apresentavam-se hígidos, de acordo com exame clínico previamente realizado antes da colheita de cada amostra. Avaliou-se os seguintes parâmetros: frequência cardíaca, frequência respiratória, motilidade intestinal por auscultação, temperatura retal mensurada por termômetro digital, coloração das mucosas oral e conjuntival, presença de secreções ocular e nasal, aspecto das fezes, comportamento e presença de apetite determinadas por inspeção, tempo de preenchimento capilar da mucosa oral, determinado por compressão digital seguida de observação do tempo em segundos do reestabelecimento da vascularização.

Foram colhidas 56 amostras para a mensuração no Glicosímetro Portátil (GP) e 56 para mensuração no Teste Laboratorial (TL), totalizando 112 amostras. As amostras foram colhidas nos seguintes

momentos: A = de 0 à 12 horas de vida (n = 06); B = entre 24 à 36 horas de vida (n = 05); C = 72 horas de vida (n = 07); D = 7 dias de vida (n = 10); E = 15 dias de vida (n = 16) e; F= 30 dias de vida (n = 12).

As amostras de sangue para a mensuração da glicemia utilizando o GP foram obtidas por venopunção da jugular, utilizando-se agulhas e seringa. Imediatamente após a colheita, uma gota de sangue foi aplicada na fita teste, inserida no equipamento e em cinco segundos o monitor fornece a quantidade de glicose sanguínea em mg/dL. O GP utilizado neste estudo foi o Accu-Chek® Active juntamente com as tiras de teste Accu-Chek® Active – Roche Diagnóstica Brasil Ltda – São Paulo/SP, Brasil.

Para a mensuração laboratorial da glicose as amostras de sangue (4mL) foram obtidas por venopunção da jugular com agulha e tubo à vácuo com anticoagulante e fluoreto de sódio. Após a colheita as amostras foram transportadas em caixas de isopor com gelo para refrigeração das amostras até o Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário da Universidade Federal do Espírito Santo, situado no município de Alegre, ES. As amostras foram centrifugadas a 5000 rpm por 10 minutos para a obtenção do plasma, os quais foram separados em alíquotas de 1mL, identificados e mantidos a freezer a -20°C até a execução do TL

utilizando-se o teste enzimático colorimétrico (Kit glicose monoreagente Bioclin®).

Todas as amostras de sangue foram obtidas de forma a causar o mínimo de estresse no potro, sendo que o tempo entre as colheitas do sangue para a mensuração no GP e TL no mesmo animal variou entre 30 a 60 segundos.

As variações dos níveis glicêmicos entre cada momento obtidas através do TL foram comparadas utilizando-se análise de variância ANOVA a nível de 5% de significância. Para a comparação dos resultados obtidos por GP e TL entre os momentos A, B, C, D e F realizou-se a análise estatística com o teste t: amostras independentes e para o momento E a análise estatística foi realizada com o teste de Mann-Whitney, ambas com nível de 5% de significância. A variação percentual entre os resultados com o uso TL e o GP foi obtida pela diferença entre a média de todas as amostras analisadas pelo TL e a média de todas as amostras analisadas pelo GP.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) dos níveis glicêmicos obtidos através do TL entre os momentos estudados. As médias de cada momento podem ser observadas na figura 1.

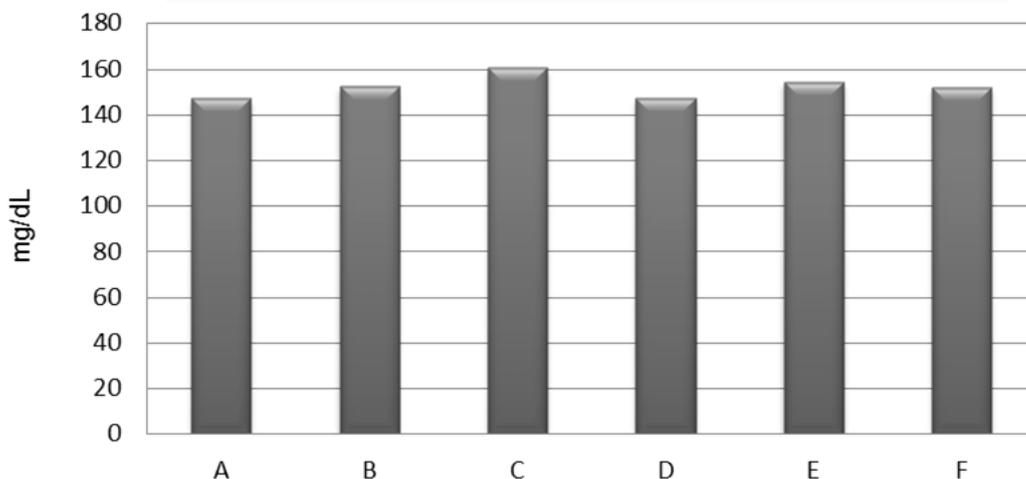


Figura 1. Média das concentrações glicêmicas de potros neonatos da raça Mangalarga Marchador obtidos pelo teste laboratorial. Momento A: 0 à 12 horas; momento B: 24 a 36 horas; momento C: 72 horas; momento D: 7 dias e momento E: 15 dias e momento F: 30 dias de vida.

Os valores médios encontrados em cada momento estão dentro do intervalo proposto por Fenger (2000), e Knottenbelt *et al.* (2004), no entanto, foram mais elevados que os valores encontrados por Howard *et al.* (2007), ao mensurar a glicose plasmática de potras da raça Brasileiro de Hipismo. Um dos fatores que pode levar ao aumento da

glicemia durante a aferição é o stress da contenção do animal, que ocasiona o aumento da adrenalina circulante e conseqüentemente, aumento da glicemia (Silva Júnior *et al.*, 2005). Para que o estresse fosse minimizado, todas as colheitas potros foram realizadas junto a égua em local tranquilo, onde os animais já estavam acostumados, sendo a

contenção realizada por pessoas qualificadas, a fim de gerar menores alterações possíveis. Entretanto, mesmo tomando esses cuidados, alguns animais podem ter apresentado alterações em resposta ao estresse.

O uso de tubos com o fluoreto de sódio para a coleta e armazenamento do sangue utilizado para as análises laboratoriais promove maior confiabilidade aos resultados encontrados, já que o fluoreto de sódio inibe a enzima enolase, conservando o teor de glicose (Simões *et al.*, 1998; Seródio *et al.*, 2008). O consumo da glicose pelos eritrócitos no sangue ocorre na taxa de aproximadamente 10% em temperatura ambiente (Kaneko *et al.*, 1997), o que poderia subestimar o nível glicêmico dos animais avaliados.

Neste estudo a média glicêmica para o período neonatal foi 152,11 mg/dL, considerada significativamente maior que o intervalo estabelecido para equinos adultos (75- 115 mg/dL), mostrando que as variações da glicemia dentro de

cada espécie animal podem ocorrer em função da idade (González & Silva, 2006). Segundo Fenger (2000), a concentração de glicose sanguínea nos potros depende do tempo entre as refeições lácteas, já que os sistemas de enzimas hepáticas não estão completamente desenvolvidos, podendo resultar em regulação ineficiente da glicose plasmática e, também por possuírem mínimas reservas corpóreas de glicogênio, que é a fonte de disponibilização imediata de carboidratos em equinos adultos.

Em todos os momentos analisados não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os resultados obtidos por meio do GP e TL. As médias e os desvios padrões obtidos através do GP e TL nos momentos A, B, C, D e F encontram-se na tabela 1. As medianas e os desvios interquartílicos obtidos pelo GP e LP no momento E encontram-se na tabela 2.

As variações dos resultados da glicemia dos testes laboratoriais e o glicosímetro portátil nos diferentes momentos podem ser observadas na figura 2.

Tabela 1. Valores médios e desvios padrões da glicemia de potros neonatos da raça Mangalarga Marchador obtidos por meio de teste laboratorial e glicosímetro portátil.

	Teste Laboratorial	Glicosímetro Portátil
A	147,0 mg/dL $\pm$ 34,2	138,3 mg/dL $\pm$ 27,8
B	152,2 mg/dL $\pm$ 16,1	144,0 mg/dL $\pm$ 9,5
C	160,4 mg/dL $\pm$ 28,2	142,4 mg/dL $\pm$ 20,2
D	147,1 mg/dL $\pm$ 25,5	134,5 mg/dL $\pm$ 15,1
F	151,9 mg/dL $\pm$ 25,7	130,7 mg/dL $\pm$ 17,5

Momento A: 0 à 12 horas; momento B: 24 a 36 horas; momento C: 72 horas; momento D: 7 dias e, momento F: 30 dias de vida.

Tabela 2. Medianas e desvios interquartílicos da glicemia de potros neonatos da raça Mangalarga Marchador obtidos por meio de teste laboratorial e glicosímetro portátil com 15 dias de vida (E).

	Teste Laboratorial	Glicosímetro Portátil
E	148,0 mg/dL $\pm$ 37,25	134,0 mg/dL $\pm$ 9,5

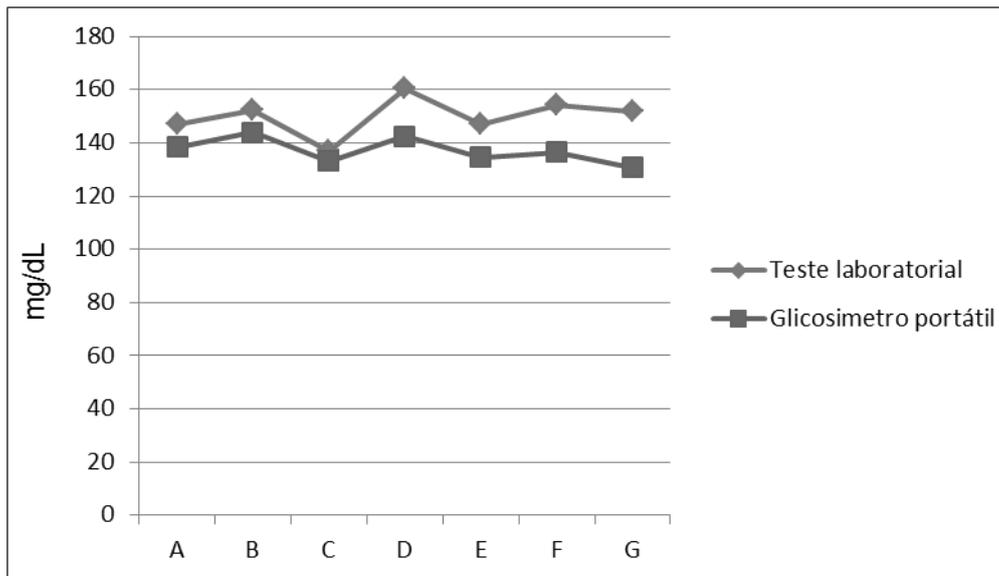


Figura 2. Valores médios da glicemia mensurada pelo teste laboratorial e glicosímetro portátil em potros neonatos da raça Mangalarga Marchador. Momento A: 0 à 12 horas; momento B: 24 a 36 horas; momento C: 72 horas; momento D: 7 dias e momento E: 15 dias e momento F: 30 dias de vida.

Na figura 2 pode-se observar que os resultados do glicosímetro tenderam a subestimar os valores da glicemia, comparados ao teste laboratorial. Esses resultados também foram observados por Bluwol et al. (2007); Fahy & Coursin (2008), ao compararem resultados de glicemia laboratorial com os dos glicosímetros portáteis. No presente estudo os valores subestimados mensurados no glicosímetro podem ser devido ao uso do sangue total para a mensuração no glicosímetro e do uso do plasma para a mensuração da glicose no teste laboratorial, já que a concentração glicêmica no sangue total é menor em torno de 11 % (Sacks et al., 2002) a 15% quando comparada a do soro ou plasma (Wallach, 1999).

Na tentativa de obter resultados mais fidedignos com o glicosímetro portátil em relação ao teste laboratorial, baseados na diferença das concentrações glicêmicas do sangue total e do plasma, Bluwol et al. (2007) usaram um fator de correção de 0,89 para os resultados glicêmicos obtidos do plasma, diminuindo assim a diferença nos resultados mensurados.

As variações percentuais de erro entre os resultados de glicemia obtidos com o uso do glicosímetro portátil comparados aos testes laboratoriais em cada momento foram: momento A – 5,9%, momento B- 5,39%, momento C – 2,68%, momento D- 11,22%, momento E- 8,57% e momento F 11,55%.

Segundo a FDA, os GP não podem apresentar taxa de erro maior que 20% na concentração de glicose sanguínea para valores entre 30 e 400mg/dL (Briggs & Cornell, 2004). Todas as mensurações obtidas neste estudo com o GP variaram entre 99 e

183 mg/dL e as taxas de erro variaram entre 2,68 a 11,55%, consideradas dentro dos limites estabelecido pela FDA.

Os potros estudados não apresentaram alterações clínicas no transcorrer do período experimental. É de suma importância associar os resultados dos níveis de glicemia, com o exame clínico prévio minucioso no animal, como realizado neste estudo, antes de cada colheita, pois animais desidratados ou anêmicos podem apresentar variações no hematócrito, que podem afetar o resultado da glicemia. Hematócritos acima de 55% levam a um valor glicêmico subestimado, e hematócritos abaixo de 25% levam a um valor glicêmico superestimado (Lacara et al., 2007).

Esses dados devem ser levados em consideração principalmente na realização da avaliação glicêmica de potros neonatos em estado crítico ou septicêmicos que podem apresentar as alterações citadas acima (Sanchez, 2005) e induzir ao erro de prognóstico, já que os valores indicativos de hipoglicemia ou hiperglicemia extrema nesses animais estão associadas a não sobrevivência dos mesmos (Hollys et al., 2008).

Os glicosímetros portáteis são de fácil manipulação e são importantes para a realização de exames a campo, mas devem possuir grau de incerteza aceitável tornando-se fundamental a verificação da eficácia dos métodos para cada espécie (Pica et al., 2003), e dentro de cada espécie em função da idade e condição fisiológica (González & Silva, 2006), como realizado neste estudo, validando o método do uso do glicosímetro portátil para a mensuração

do nível glicêmico em potros neonatos sadios da raça Mangalarga Marchador.

### CONCLUSÕES

Os potros estudados não apresentaram alterações significativas nas concentrações glicêmicas durante o período neonatal.

O glicosímetro portátil demonstrou precisão similar ao teste laboratorial na determinação dos níveis glicêmicos em potros neonatos.

A taxa de erro do GP permaneceu dentro do limite exigido pela FDA, assegurando a sua utilização para a monitoração da glicemia em potros neonatais.

### REFERÊNCIAS

- American Diabetes Association. Self-monitoring of blood glucose (Consensus Statement) *Diabetes Care*, v.19, p. 62-66, 1996.
- Bluwol, K.; Duarte, R.; Lustoza, M.D. *et al.* Avaliação de dois sensores portáteis para a mensuração da glicemia em cães. *Arq. Bras. Med.Vet. Zootec.*, v.59, n.6, p.1408-1411, 2007.
- Briggs, A.L.; Cornell, S. Self-monitoring blood glucose: now and future. *J. Pharm. Pract.*, v. 17, n.1, p. 29-38, 2004.
- Brunner, G.A.; Ellmerer, M.; Sendlhofer, G. *et al.* Validation of home blood glucose meters with respect to clinical and analytical approaches. *Diabetes care.*, v.21, n. 4, p. 585-590, 1998.
- Capen, C.C. Sistema Endócrino. In: \_\_\_\_\_. Patologia Veterinária Especial de Thompson. 2ª ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 1998. 672p.
- Cohn, L.A.; Mccaw, D.L.; Tate, D.J.; Johnson, J.C. Assessment of five portable blood glucose meters, a point-of-care analyzer, and color test strips for measuring blood glucose concentration in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v.216, n. 2, p. 198-202, 2000.
- Fahy, B.G.; Coursin, D.B. Critical glucose control: the devil is in the details. *Mayo Clin Proc.*, v.83, n. 4, p. 394-397, 2008.
- Fenger, C.K. Doenças de potros. In: \_\_\_\_\_. Medicina interna equina. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2000, p.803-830.
- Foster, S.A.; Goode, J.K.; Samall, R.E. Home blood glucose monitoring. *Ann. Pharmacother.*, v.33, n.3, p. 355-363, 1999.
- González, F. H. D.; Silva, S. C. Introdução à bioquímica clínica veterinária. 2º ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006. 357p.
- Howard, D.L.; Benesi, F.J.; Gacek, F. *et al.* Determinações plasmáticas de glicose, colesterol e triglicérides em potras sadias, da raça Brasileiro de Hipismo. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, v.44, n.6, p. 454-458, 2007.
- Kaneko, J.J.; Harvey, J.W.; Bruss, M.L. Clinical Biochemistry of Domestic Animal. 5ª ed. San Diego: Academic Press, 1997. 932p.
- Knottenbelt, D.C.; Holdstock, N.; Madigan, J.E. Equine neonatology medicine and surgery. Philadelphia: Saunders 1ª ed. 2004, 508p.
- Lacara, T.; Domagtoy, C.; Lickliter, D. *et al.* Comparison of point-of-care and laboratory glucose analysis in critically ill patients. *Am. J. Crit. Care.*, v. 16, n. 4, p. 336-346, 2007.
- Maele, I.V.; Rogier, N.; Daminet, S.. Retrospective study of owner's perception on home monitoring of blood glucose in diabetic dogs and cats. *Can. Vet. J.*, v.46, n.8, p. 718-723, 2005.
- Pica, C.Q.; Menezes, J.R.; Albertazzi, J.A.; Camina, R.M. Avaliação comparativa de glicosímetros portáteis através de curva glicêmica induzida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METROLOGIA, 3, 2003. Recife, PE. *Anais. Recife: Sociedade Brasileira de Metrologia*, 2003. p. 1-7.
- Sacks, D.B.; Bruns, D.E.; Goldstein, D.E. *et al.* Guidelines and recommendations for laboratory analysis in the diagnosis and management of diabetes mellitus. *Clin. Chem.*, v.48, n.3, p. 436-472, 2002.
- Sanchez, L.C. Equine neonatal sepsis. *Vet. Clin. Equine.*, v.21, n.2, p. 273-293. 2005.
- Seródio, A.T.; Carvalho, C.B.; Machado, J.A. Glicemia em cães (Canis familiaris) com glucômetro digital portátil e teste laboratorial convencional. *J. B. C. A.*, v.1, n.1, p.25-34, 2008.
- Silva Júnior, J.W.; Borges, F.M.O.; Murgas, L.D.S. *et al.* Digestibilidade de dietas com diferentes fontes de carboidratos e sua influência na glicemia e insulinemia de cães. *Ciê. Agrotec.*, v.29, n.2, p. 436-443, 2005.
- Simões, H.G.; Campbell, C.S.G.; Baldissera, V. *et al.* Determinação do limiar anaeróbico por meio de dosagens glicêmicas e lactacidêmicas em testes de pista para corredores. *Ver. Paul. Educ. Fís.*, v.12, p. 17-30, 1998.
- Wallach, J. Interpretação de exames de laboratório. 6º ed. Rio de Janeiro: Editora Medsi, 1999. 1098p.
- Wess, G.; Reusch, C. Evaluation of five portable blood glucose meters for use in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v. 216, n.2, p. 203-209, 2000.