

## **USO DO PERFIL METABÓLICO EM BOVINOS NA AMÉRICA LATINA\***

Nos últimos anos, os sistemas de produção pecuária a nível mundial têm se intensificado em termos de produtividade por animal, resultado da crescente demanda de alimentos para uma população mundial em aumento. Esta intensificação, gera preocupações sociais que afetam a percepção dos consumidores sobre a segurança dos alimentos, além da sustentabilidade alimentar, o bem-estar animal e aspectos de saúde animal e humana (Charlton e Rutter, 2017; Winter et al., 2017).

No contexto latino-americano, o setor pecuário tem crescido a um ritmo acelerado durante as últimas duas décadas, período em que a região emergiu como um importante fornecedor mundial de proteína animal em forma de carne e leite. Hoje, a região contém uma população bovina que perfaz 28% do rebanho bovino mundial (Congio et al., 2021). Em 2019, o Brasil produziu 23% da carne bovina e 11% do leite do mundo (Congio et al., 2021). Assim, o Brasil constitui o maior produtor de proteína animal da região e o segundo produtor do planeta. Dados de 2007 mostram que tinha uma população de gado de corte e leiteiro de 191,37 y 199,7 milhões de cabeças de animais, respectivamente (Ferraz e Felício, 2010).

Um fato importante para a economia mundial foi que, em 2008, o Brasil produziu 9,7 milhões de toneladas de equivalente de peso de carcaça, enquanto os Estados Unidos de América produziram um pouco mais de 12 milhões de toneladas, e a União Europeia em torno de 8,1 milhões (Ferraz e Felício, 2010). No entanto, apesar de seu caráter social e importância econômica que é acompanhada de pressões econômicas e tecnológicas, estas mudanças tiveram e continuarão tendo, um profundo efeito sobre a saúde e o bem-estar dos bovinos, sendo severamente comprometidos devido à baixa adaptabilidade das práticas e sistemas de gestão às quais submetidos (Barkema et al., 2015; Sammad et al., 2020).

É amplamente reconhecido há quase 100 anos que as doenças e distúrbios clínicos são acompanhados de alterações químicas dos fluidos corporais, como sangue, urina ou leite (Overton et al., 2017). Isto gerou contínuo conhecimento relacionado com a química de fluidos que agora são facilmente mensuráveis em condições de campo, e que oferecem

---

\* Pinzón-Osorio CA. (2021). Uso do perfil metabólico em bovinos na América Latina. Disciplina de Fundamentos Bioquímicos dos Transtornos Metabólicos, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 9 p.

importantes informações das doenças que causam impactos negativos em produção e desempenho reprodutivo.

Nos sistemas de produção bovina no mundo, o uso do perfil metabólico em animais de produção é de suma importância por ser uma ferramenta valiosa na avaliação dos rebanhos e/ou de indivíduo em seus aspectos produtivos e reprodutivos, além de auxiliar no diagnóstico clínico de algumas doenças (Peixoto e Osório, 2007). Neste sentido, este trabalho apresenta uma visão histórica geral do surgimento do perfil metabólico como ferramenta de monitoramento da saúde nos sistemas de produção bovinos, dando atenção especial ao contexto latino-americano.

### **O perfil metabólico: breve histórico**

O termo perfil metabólico foi empregado em Compton (Inglaterra) por Payne et al. (1970) para referir à análise dos parâmetros bioquímicos do sangue que são úteis para avaliar e prevenir distúrbios metabólicos e nutricionais em medicina veterinária (Puppel e Kuczyńska, 2016; Rossato et al., 2001).

O trabalho de Payne et al. (1970) tinha o objetivo de monitorar a saúde metabólica do rebanho de gado leiteiro da região, com base na interpretação da composição bioquímica do sangue, os limites normais e a possível fontes de variação de glicose, ureia, fosfato inorgânico, cálcio, magnésio, sódio, potássio, albumina, globulina, hemoglobina e cobre em 13 rebanhos leiteiros organizados em três grupos metabolicamente diferenciados: lactação precoce, lactação média e período seco (Whitaker et al., 1999).

A pesar dos interessantes e prometedores resultados obtidos de 2.400 amostras do sangue (Payne et al., 1970), o sucesso foi limitado por uma série de razões, sendo a principal uma expectativa injustificada onde não se acredita que todas as concentrações bioquímicas no sangue bovino poderiam oferecer informações do estado nutricional e de saúde em todos os momentos (Parker e Blowey, 1976). Além disso, Edgson (1973) assinala que, quando aplicado comercialmente no campo, o perfil metabólico teve um fator que diminuiu a viabilidade do teste em termos de custo-benefício para o fazendeiro. A pesar de isto, o valor prático foi encontrado na abordagem como ajuda ao manejo nutricional (Blowey, 1975) o que envolve uma abordagem em equipe envolvendo produtor e veterinário (Whitaker et al., 1999).

Neste contexto, desde então, a descrição e eventual uso do perfil metabólico tanto em medicina de indivíduos como de populações, expandiu-se rapidamente (Overton et al., 2017). Na atualidade, esta ferramenta clínica tem um rápido avanço tecnológico que

permite em tempo real, a medição automatizada e monitoramento do status metabólico no gado bovino (Overton et al., 2017).

Os estudos do perfil metabólico da década de 1960 têm sido utilizados para análises detalhados do sangue e outros fluidos corporais para obter informações do estado nutricional dos animais. Não entanto, há evidência na literatura científica de que doenças como a febre do leite e a cetose foram relacionadas a mudanças na química do sangue e da urina já desde as décadas de 1920 e 1930 (Overton et al., 2017) (Tabela 1).

Tabela 1. Alguns metabolitos e seu relação com doenças antes do desenvolvimento do perfil metabólico.

| <b>Indicadores no sangue</b>                       | <b>Década</b> | <b>Desordem metabólico ou fenômeno</b> | <b>Autores</b>                                   |
|----------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Cálcio e fósforo                                   | 1930          | Hipocalcemia                           | (Anderson et al., 1930)<br>(Wilson e Hart, 1932) |
| Corpos cetônicos                                   | 1940          | Hipercetonemia                         | (Knodt et al., 1942a)<br>(Knodt et al., 1942b)   |
| Proteínas                                          | 1950          | Período seco e lactação                | (Larson e Kendall, 1957)                         |
| Metabolismo oxidativo (vitaminas e oligoelementos) | 1970          | Vitamina E                             | (Schingoethe et al., 1978)                       |

Por exemplo, Little e Wright (1925) determinaram que as vacas com febre do leite tinham diminuição das concentrações de cálcio no sangue. Isto gerou a hipótese de que a disfunção na regulação do metabolismo de cálcio nas vacas era a causa da febre do leite. Outro trabalho, desenvolvido por Knodt et al., (1942a) relatou que as concentrações de acetona no sangue e na urina estavam significativamente elevadas em vacas diagnosticadas com cetose. No entanto, para a época, os fatores causais e predisponentes da doença não foram bem reconhecidos.

Na atualidade, e amplamente aceito que a composição bioquímica do plasma sanguíneo reflete fielmente no estado metabólico dos animais, permitindo avaliar lesões teciduais, transtornos em órgãos, desequilíbrios metabólicos ou nutricionais e adaptação do animal a ambientes particulares (Ortolani et al., 2020). Comparativamente com o passado, hoje as vantagens de tais análises são mais valiosas, devido à tendência em todos os países produtores de manter animais em grupos cada vez maiores no caso de gado de corte u menor número e animais com alta capacidade produtiva. Portanto, o que era no passado significativo para apenas um ou dois animais, agora torna-se de importância não

apenas clínica para um grupo de animais, mas também de significância econômica (Edgson, 1973).

No hemisfério norte, durante os últimos 25 anos, começou-se a perceber o valor dos parâmetros bioquímicos do sangue para a detecção e monitoramento de doenças (Overton et al., 2017). De acordo com este contexto e lembrando as atuais situações de produção pecuária na região latino-americana, onde os sistemas de produção de gado são extremamente heterogêneos devido a fatores climáticos, ecológicos, sociais e econômicos (Vaccaro, 2002), é importante se perguntar: quando utilizar o perfil metabólico como ajuda diagnóstica na prática veterinária rotineira? E qual é o estado de aplicabilidade do perfil metabólico na região?

### **O perfil metabólico como indicador de saúde: a história latino-americana**

Nas últimas décadas, um número crescente de cientistas no mundo, e especialmente latino-americanos têm desenvolvido um alto nível de pesquisa baseado no perfil metabólico. Estudos pioneiros focados nas regiões tropical e subtropical tinham o objetivo de estudar se os analitos do perfil poderiam ser adaptados para identificar fatores de restrição à produtividade e esclarecer aqueles que não o eram (Whitaker et al., 1999). Os níveis de sangue de cinco diferentes metabólitos escolhidos pela facilidade de avaliação em vacas leiteiras de pequenos fazendeiros foram medidos em seis países da América Latina, seis países asiáticos e um do sul da Europa.

De acordo com os dados comparativos, em Chile, México, Paraguai, Venezuela e Uruguai os níveis de globulina foram elevados em mais de 17% das vacas amostradas em cada ocasião, coincidindo com as condições achadas para Filipinas. Particularmente em Paraguai, 49% das vacas tinham altos níveis de globulinas, dois a três meses após o parto (Whitaker et al., 1999). Estes resultados sugeriram que doenças inflamatórias estavam presentes em um grau importante naquelas fazendas.

Outros fatos importantes deste trabalho foram que em todos os países avaliados, exceto México e Venezuela, se apresentavam altas concentrações de beta-hidroxibutirato (BHB) antes do parto, o que indicava perda da condição corporal no final da gestação, além de balance energético negativo, fenômeno que, na atualidade, é uma importante restrição potencial na produtividade e na fertilidade nos sistemas bovinos.

A ureia teve valores normais na maioria das vacas, sugerindo que a escassez de proteínas dietéticas não era comum. Além dos resultados que evidenciaram os desafios dos sistemas pecuários na região, este estudo provou ser valioso para chamar a atenção

das limitações da saúde animal e da produtividade em vacas leiteiras em ambientes tropicais e subtropicais (Whitaker et al., 1999).

No México, utilizando o perfil metabólico em vacas Holandesas, especificamente em animais clinicamente saudáveis, classificadas em alta e baixa produção e em vacas secas, as concentrações totais dos analitos descritos se encontraram dentro dos valores normais descritos na literatura internacional (García et al., 2017). Como era de esperar, diferenças entre grupos metabolicamente delimitados foram achadas no caso de BHB e  $\gamma$ -glutamil transpeptidase. Segundo García et al. (2017), os analitos com valores menores foram ureia, cálcio e sódio. Os analitos com níveis mais elevados foram o colesterol e o  $\gamma$ -glutamil transpeptidase.

No contexto colombiano, se reconhecem trabalhos baseados no uso do perfil metabólico focados em avaliar os metabólitos do sangue em raças endêmicas (nativas) submetidas a condições ambientes particulares. Campos et al. (2004) estudaram componentes do perfil metabólico de oito raças nativas colombianas de gado com diferente status fisiológico: novilhas, vacas em lactação precoce, vacas no final da lactação e vacas secas. As raças Blanco-Orejinegro, Hartón del Valle e Lucerna tinham níveis de glicemia mais altos dentro das raças avaliadas. Os pesquisadores indicaram que é possível que elas tivessem melhor comportamento lácteo. O valor mais alto de BHB em vacas no início da lactação se explicou por lipomobilização. Em geral, os valores encontrados no metabolismo energético estiveram no limite inferior da faixa de referência para bovinos. Este fato poderia ser explicado como efeito do processo adaptativo dessas raças a um baixo nível de energia na alimentação e ter menores gastos energéticos. Neste contexto, este trabalho conclui que o perfil metabólico pode servir como um indicador de adaptação aos processos metabólicos em raças de gado nativas do trópico colombiano.

Outro trabalho desenvolvido em 2013 na Colômbia por Gómez-Oquendo et al. (2013) avaliou o perfil metabólico de gado leiteiro e encontraram relações entre colesterol, hematócrito, proteínas, ureia, aspartato aminotransferase, cálcio e magnésio, com alguns parâmetros da produção, a saúde e a reprodução. Neste estudo, os principais analitos para prever a produção foram o colesterol e a ureia. Quanto à saúde e nutrição, a calcemia e o hematócrito foram os melhores preditores.

Trabalhando com raças duplo propósito na Venezuela, Parra et al. (1999) determinaram que 63% das vacas estudadas tinham anemia, condição associada ao nível de produção de leite. Também foram determinadas doenças que refletiam nos níveis de globulinas.

No Equador, Balarezo et al. (2016) avaliaram o status metabólico e reprodutivo do rebanho bovino de raça Holandesa (Holstein) e os fatores ambientais que afetam diretamente os indicadores reprodutivos. Este trabalho incluiu variáveis climáticas (estações chuvosas e secas). Curiosamente, foram determinados aumentos significativos do BHB (68,4% e 71%) em amostras de sangue tanto em períodos de chuva quanto em períodos secos, respectivamente. Setenta por cento das vacas apresentavam deficiência de cálcio durante a estação seca. Neste contexto, os parâmetros reprodutivos estavam diretamente relacionados às concentrações de BHB. Concluíram que os rebanhos leiteiros estudados apresentavam deficiências energéticas, proteicas e minerais, as quais estavam associadas a um fraco desempenho reprodutivo, sendo a época do ano e as concentrações de BHB, fatores que influenciaram diretamente tal desempenho.

Focado em animais com status metabólico similares em Holstein uruguaia e Holstein uruguaia x Holstein-Friesian Nova Zelândia, Pereira et al. (2010) descreveram que os ácidos graxos não esterificados aumentaram ao redor do parto e tenderam a ser maiores nas vacas Holstein uruguaia, bem como as concentrações de BHB durante 20 dias após o parto, consistentes com as maiores perdas de pontuação de condição corporal neste grupo. Além disso, Holstein uruguaia tinham maiores concentrações de proteína total quando foram comparadas com Holstein uruguaia x Holstein-Friesian Nova Zelândia. Esta última raça, tinha níveis maiores de IGF-1 aos 35 dias pós-parto que durante a parição.

Com o objetivo de estabelecer e comparar o perfil metabólico de energia, proteínas e metabolismo mineral em vacas Holstein na transição pré e pós-parto sob condições paraguaias, Frutos et al. (2016) observaram diferenças nos analitos proteína, albumina, cálcio, fósforo e hemoglobina e aumento da ureia, colesterol, magnésio e AST, especificamente no período pós-parto. Curiosamente, BHB e globulinas não apresentaram variações significativamente diferentes em relação a outras condições metabólicas específicas, um fato que está associado à capacidade adaptativa dos animais para manter a homeostase.

No contexto brasileiro, o perfil metabólico aplicado em gado foi desenvolvido desde 1983, como uma ferramenta indicadora do status nutricional (Gregory e Siqueira, 1983). Em geral, muitos dos trabalhos se focam na determinação dos valores de referência local em condição subtropical ou temperado, especialmente concentrando-se na região Sul (González et al., 2000). No entanto, pesquisas mais atuais desenvolvidas em condições experimentais, determinaram os efeitos da alimentação, do jejum e da re-

alimentação sobre o perfil metabólico do sangue e urina (Ortolani et al., 2020). Em comparação com o período pós-prandial, o jejum gerou hipoglicemia moderada com lipólise, além do aumento dos níveis plasmáticos de ácidos graxos livres. Além disso, houve uma leve cetogênese com aumento de BHB. Segundo os pesquisadores, a condição metabólica gerada no jejum foi revertida durante a re-alimentação (Ortolani et al. 2020).

## **Conclusões**

Segundo a literatura reportada, na região da América Latina, o perfil metabólico é especialmente utilizado na medicina de populações, especialmente gado leiteiro, usado principalmente para identificar desafios nutricionais e/ou de manejo. No gado nativo, o perfil metabólico é utilizado para determinar condições de adaptação a ambientes em regiões tropicais e neotropicais. Sem dúvida, ele é uma ferramenta importante na prática clínica na detecção, prevenção, monitoramento e controle das doenças metabólicas, como também é vital nos programas de alimentação e manejo sanitário-reprodutivo dos rebanhos bovinos. No entanto, é preciso desenvolver estudos com enfoques diferentes, avaliando condições de sexo e de nutrição específicas, além de determinar os pontos críticos das condições de doenças subclínicas. Por último, e não menos importante, é preciso gerar dados que permitam a compreensão e mensuração dos benefícios da sua implantação em condições de campo.

## **Referências bibliográficas**

- Anderson, A.K., Gayley, H.E. & Pratt, A.D. (1930). Studies on the chemical composition of bovine blood. *J. Dairy Sci.* 13, 336–348.
- Balarezo, L. R.; García-Díaz, J. R.; Hernández-Barreto, M. A. & García López, R. (2016). Metabolic and reproductive state of Holstein cattle in the Carchi region, Ecuador. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.* 50;3:381-392.
- Barkema, H.W., von Keyserlingk, M.A.G., Kastelic, J.P., Lam, T.J.G.M., Luby, C., Roy, J.P., LeBlanc, S.J., Keefe, G.P. & Kelton, D.F. (2015). Invited review: Changes in the dairy industry affecting dairy cattle health and welfare. *J. Dairy Sci.* 98, 7426–7445.
- Blowey, R. W. (1975). A practical application of metabolic profiles. *Vet. Rec.* 97:324
- Campos G., R., Cubillos, C. & Rodas, Ángela G. 2007. Indicadores metabólicos en razas lecheras especializadas en condiciones tropicales en Colombia. *Acta Agronómica*, 56(2), 85-92.
- Campos, R., Carreño, E. S. & González, F. D. (2004). Perfil metabólico de vacas nativas colombianas. *Orinoquia.* 8;(2):32-41.
- Charlton, G.L. & Rutter, S.M. (2017). The behaviour of housed dairy cattle with and without pasture access: A review. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 192, 2–9.

- Dryerre, H. & Greig, J.R. (1985). Milk fever: its possible association with derangements in the internal secretions. *Can. Vet. J.* 26;224–7.
- Edgson, A. (1973). Metabolic profile studies in the bovine animal. *The Bovine Practitioner*. 8, 25-29.
- González FHD, Barcellos J, Ospina PH & Ribeiro LA. (2000). Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre, 108 p.
- Ferraz, J.B.S., Felício, P.E. (2010). Production systems - An example from Brazil. *Meat Sci.* 84;2:238-243.
- Congio, G., Bannink, A., Mayorga Mogollón, O.L., et al. (2021). Enteric methane mitigation strategies for ruminant livestock systems in the Latin America and Caribbean region: A meta-analysis. *J. Clean. Prod.* 20;127693.
- Frutos R, Prieto R, Godoy J, Vera N, Ñumbay M, Perez O, Nuñez M, Escalante M, González A & Branda L. (2016). Perfil metabólico durante el período de transición parto y posparto de vacas Holstein del Distrito J. Eulogio Estigarribia, Paraguay. *Compend. Cienc. Vet.* 6:35-42.
- García CAC, Prado FMG, Galicia LL & Borderas TF. (2017). Reference values for biochemical analytes in Mexican dairy farms: interactions and adjustments between production groups. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.* 69;2:445-456.
- Gómez Oquendo, J., Londoño, L.F. & Madrid Pérez, V. (2013). El perfil metabólico como herramienta de monitoreo de la salud, la producción y la fertilidad en el hato lechero del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. *Revista Lasallista de Investigación*, 10(1), 38-48.
- Gregory RM & Siqueira AJS. (1983). Fertilidade de vacas de corte com diferentes níveis de albumina com aleitamento permanente e temporário. *Revista Brasileira de Reprodução Animal.* 7.
- Knodt, C.B., Shaw, J.C. & White, G.C. (1942a). Studies on ketosis in dairy cattle. I. Effect of stall and pasture feeding upon the concentration of blood and urinary acetone bodies of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 25, 837–849.
- Knodt, C.B., Shaw, J.C. & White, G.C. (1942b). Studies on ketosis in dairy cattle. II. Blood and urinary acetone bodies of dairy cattle in relation to parturition, lactation, gestation, and breed. *J. Dairy Sci.* 25, 851–860.
- Lancelot Little, W. & Charles Wright, N. (1925). The etiology of milk fever in cattle, *British Journal of Experimental Pathology.* 6(3): 129–134.
- Larson, B.L. & Kendall, K.A. (1957). Changes in specific blood serum protein levels associated with parturition in the bovine. *J. Dairy Sci.* 40, 659–666.
- Ortolani, E. L., Maruta, C. A., Barrêto Júnior, R. A., Mori, C. S., Antonelli, A. C., Sucupira, M. & Minervino, A. (2020). Metabolic profile of steers subjected to normal feeding, fasting, and re-feeding conditions. *Veterinary sciences*, 7(3), 95.
- Overton, T.R., McArt, J.A.A. & Nydam, D. V. (2017). A 100-year review: Metabolic health indicators and management of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 100, 10398–10417.
- Parker, B. N. J. & R. W. Blowey. (1974). A comparison of blood from the jugular vein and coccygeal artery and vein of cows. *Vet. Rec.* 95:1, 14.

- Parra O, Ojeda A, Combellas J, Gabaldon L, Escobar A, Martinez N & Benezra M. (1999). Blood metabolites and their relationship with production variables in dual-purpose cows in Venezuela. *Prev Vet Med.* 27;38(2-3):133-45.
- Payne, J. M. (1970). Production disease in ruminants under conditions of modern intensive agriculture. *International Review of Experimental Pathology.* 9; 191-219.
- Peixoto, L. & Osório, M., (2007). Perfil metabólico proteico e energético na avaliação do desempenho reprodutivo em ruminantes. *Rev. Bras. Agrociencia.* 13;299–304.
- Pereira I, Laborde D, Lopez-Villalobos N, Ruprecht G, Carriquiry M & Meikle A. (2010). Blood metabolic profiles in Uruguayan Holstein and Uruguayan Holstein x New Zealand Holstein-Friesian dairy cows. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production.* 70:311-315.
- Puppel, K. & Kuczyńska, B., (2016). Metabolic profiles of cow's blood; a review. *J. Sci. Food Agric.* 96(13):4321-8.
- Rossato, W., González, F.H.D., Dias, M.M., Riccó, D., Valle, S.F. et al. (2001). Number of lactations affects metabolic profile of dairy cows. *Archives of Veterinary Science* 6;2: 4-7.
- Sammad, A., Wang, Y.J., Umer, S., Lirong, H., Khan, I., Khan, A., Ahmad, B. & Wang, Y. (2020). Nutritional physiology and biochemistry of dairy cattle under the influence of heat stress: Consequences and opportunities. *Animals* 3;10(5):793.
- Schingoethe, D.J., Parsons, J.G., Ludens, F.C., Tucker, W.L. & Shave, H.J. (1978). Vitamin E Status of Dairy Cows Fed Stored Feeds Continuously or Pastured during Summer. *J. Dairy Sci.* 61, 1582–1589.
- Vaccaro, L. (2002). Dairy production in diverse regions: Latin America. In: Encyclopedia of Dairy Sciences: Second Edition. Elsevier Inc., pp. 88–93.
- Whitaker, D.A., Goodger, W.J., Garcia, M., Perera, B.M.A.O. & Wittwer, F. (1999). Use of metabolic profiles in dairy cattle in tropical and subtropical countries on smallholder dairy farms. *Prev. Vet. Med.* 38, 119–131.
- Wilson, L.T. & Hart, E.B. (1932). The chemistry of the blood of dairy cows before and after parturition and its relation to milk fever. *Journal of Dairy Science.* 15;116-131.
- Winter, L., Lehmann, A., Finogenova, N. & Finkbeiner, M. (2017). Including biodiversity in life cycle assessment – State of the art, gaps and research needs. *Environ. Impact Assess. Rev.* 67;88-100.