

## AMPLITUDE DA COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DO MILHO GRÃO E A TECNOLOGIA NIRS COMO METEODOLOGIA DE ANÁLISE.

JOÃO PEDRO M. DO CARMO<sup>1</sup>, ANA BEATRIZ ROTELLI<sup>1</sup>, LETÍCIA CAROLINA B. SOARES<sup>2</sup>, CAMILA C. SERAFIM<sup>3</sup>, CARLOS C. ALVES<sup>1</sup>, DANIEL M. POLIZEL<sup>4,1</sup>

1Laboratório de Bromatologia ESALQLAB USP 2Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos USP 3Universidade Estadual de Londrina 4Escola Superior de Agricultura Luíz de Queiroz (ESALQ) USP  
Contato: geassr1joao@gmail.com / Apresentador: JOÃO PEDRO M. DO CARMO

**Resumo:** O monitoramento da composição bromatológica do grão de milho (GM) é fundamental para um bom manejo nutricional, sendo possível atualmente analisar esse alimento de forma indireta com a espectroscopia infravermelho próximo (NIRS). O estudo teve como objetivo avaliar a amplitude bromatológica do GM pelo método químico para matéria seca (MS) e amido, verificando também a acurácia do método alternativo NIRS. Foram utilizadas 209 amostras de GM de diferentes lotes, híbridos e localidades enviados para análise bromatológica comercial. As amostras foram analisadas pelo método químico e por calibrações NIRS, sendo então os resultados comparados. A amplitude do GM para amido e MS mostra que mesmo alimentos considerados mais estáveis em sua composição bromatológica podem apresentar variações intrínsecas. A técnica NIRS apresentou resultados acurados para as análises, com todas as figuras de mérito dentro da excelência ( $R^2 > 0,95$ ,  $RPD > 2,5$ , e  $RER > 10$ ). Com base nos dados obtidos é possível afirmar que o milho grão apresenta variação intrínseca ao alimento no que se refere a sua composição. A metodologia NIRS foi eficiente e acurada em prever os teores de amido e MS para as amostras analisadas.

**PalavrasChaves:** Amido; Espectroscopia; Nutrição animal; Validações

## BROMATOLOGICAL RANGE OF GRAIN CORN AND NIRS TECHNOLOGY AS A WAY TO EVALUATE

**Abstract:** Monitoring the bromatological composition of corn grain (CG) is essential for good nutritional management, and it is currently possible to analyze this food indirectly with near infrared spectroscopy (NIRS). The study aims to evaluate the bromatological amplitude of CG by the chemical method for dry matter (DM) and starch, also verifying the accuracy of the alternative NIRS method. In the study, 209 CG samples from different batches, hybrids and localities sent for commercial bromatological analysis were used. The samples were analyzed by the chemical method and by NIRS calibrations, and then the results were compared. The amplitude of CG for starch and DM shows that even foods considered more stable in their bromatological composition can present intrinsic variations. The NIRS technique presented accurate results for the analyses, with all figures of merit within excellence ( $R^2 > 0.95$ ,  $RPD > 2.5$ , and  $RER > 10$ ). Based on the data obtained, it is possible to state that grain corn presents a certain variation intrinsic to the food in terms of its composition. The NIRS methodology was efficient and accurate in predicting starch and DM contents for the analyzed samples.

**Keywords:** Starch; Spectroscopy; Animal nutrition; Validations

**Introdução:** O grão de milho (GM) é um dos principais alimentos utilizados nas dietas de ruminantes e monogástricos. Sua composição bromatológica é referida na literatura possuindo poucas variações, com média de 72% de amido (GONÇALVES et al., 2010). A análise bromatológica é a base para a formulação de dietas bem equacionadas e fornece a composição química dos alimentos utilizados na alimentação animal. Dois métodos são empregados de forma corriqueira nos laboratórios de análise de alimentos: A metodologia química (padrão) e o método de espectroscopia infravermelho próximo (NIRS). Este último usa modelos de predição multivariada para prever a composição dos alimentos. O objetivo do presente estudo foi avaliar a amplitude da composição bromatológica do grão de milho para as variáveis matéria seca (MS) e amido pelo método químico (enzimático) e comparar os dados obtidos com o método NIRS.

**Material e Métodos:** Foram utilizadas 209 amostras de GM de diferentes lotes, híbridos e localidades enviados para análise bromatológica comercial. As amostras foram moídas em moinho tipo ciclone e analisadas para o teor de MS em estufa de 105°C seguindo as recomendações da AOAC (930.15; AOAC, 2000). A análise de amido pelo método químico-enzimático foi realizada seguindo o método oficial AOAC 996.11 (AOAC, 2005) utilizando kit comercial. Sequencialmente a análise química, as amostras foram escaneadas em espectrofotômetro Foss 5000 e processadas utilizando calibrações NIR (WinISI versão 4.6.11, FOSS Analytical A/S, Dinamarca) usadas na rotina de um laboratório de bromatologia comercial para determinar as concentrações de MS e amido do MG. Os resultados obtidos pelos métodos padrões e NIRS foram compilados e a estatística descritiva dos dados foi executada, obtendo os valores de média, máximo, mínimo e coeficiente de variação (CV). Em relação a análise NIRs, seu desempenho foi avaliado pelas seguintes figuras de mérito: Coeficiente de determinação ( $R^2$ ), relação de desempenho do desvio (RPD), Razão de intervalo de erro (RER) e raiz quadrada do erro médio de predição (RMSEP). Modelos considerados excelentes e com aplicação prática devem apresentar baixo RMSEP,  $R^2 > 0,95$ ,  $RPD > 2,5$ , e  $RER > 10$  (GOLDSHLEGER et al., 2013).

**Resultado e Discussão:** Para a análise química de MS, o GM apresentou resultados com poucas variações da média (87,04%), apresentando CV de 0,94 (Tabela 1). Os resultados de amido apresentaram maior variação intrínseca (CV: 3,23%; média: 68,84%), apresentando diferenças dos resultados normalmente indicados pela literatura (GONÇALVES et al., 2010). O grão de milho é referido na literatura por apresentar uma pequena variação em torno do valor médio, que geralmente se apresenta como 72% de amido, esse teor é mais alto do que os valores encontrados pelo presente estudo. A faixa de amplitude

para os dados de MS e amido foram de 3,34% e 11,38% respectivamente. Os resultados obtidos para a validação NIRS demonstram que os modelos de predição foram acurados e eficientes. Para a MS ( $R^2= 0,97$ ;  $RMSEP= 0,48$ ;  $RPD= 4,63$ ;  $RER= 27,00$ ) e amido ( $R^2= 0,96$ ;  $RMSEP= 0,15$ ;  $RPD= 5,44$ ;  $RER= 20,20$ ) todas as figuras de mérito apresentaram valores acima da classificação excelente e com métricas como o RDP e RER. Estes dados demonstram valores cerca de duas vezes maiores da limítrofe de excelência, exemplificando que modelos robustos apresentam boa capacidade preditiva da composição bromatológica do MG.

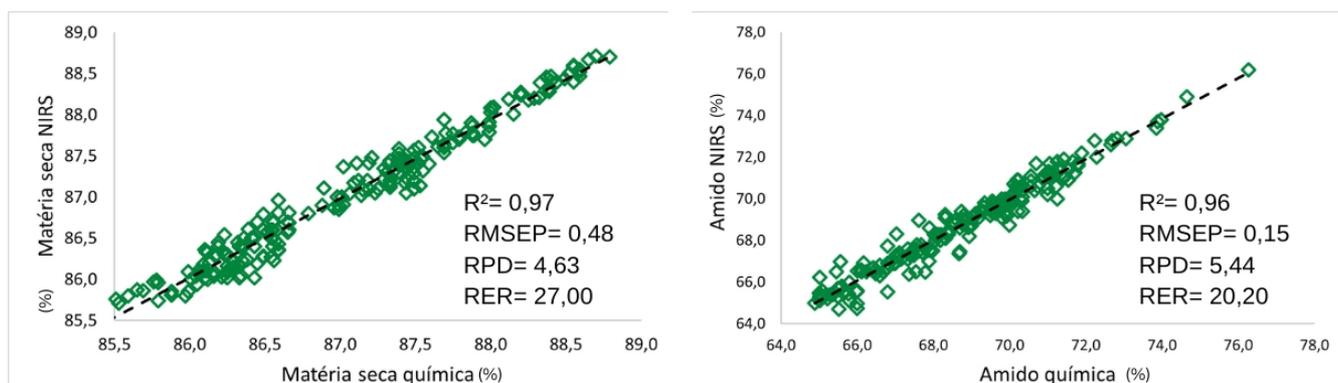


Figura 1: Gráficos de regressão entre os valores do método analítico padrão e o método NIRS para as variáveis matéria seca e amido.

$R^2$  = Coeficiente de determinação;  $RMSEP$  = raiz quadrada do erro médio de predição;  $RPD$  = Relação de desempenho do desvio;  $RER$  = Razão de intervalo de erro.

Tabela 1. Resultados obtidos de matéria seca e amido para milho grão pela análise química e NIRS.

Item	Método químico		Método NIRS	
	Matéria seca	Amido	Matéria seca	Amido
Média (%)	87,04	68,84	87,02	68,64
Máxima (%)	88,79	76,27	88,71	76,20
Mínimo (%)	85,45	64,89	85,67	63,20
Amplitude (%)	3,34	11,38	3,04	13,00
CV (%)	0,94	3,23	0,92	3,45

CV = Coeficiente de variação; NIRS = Espectroscopia infravermelho próximo.

**Conclusão:** Com base nos dados obtidos é possível afirmar que o milho grão apresenta certa variação intrínseca ao alimento no que se refere a sua composição. A metodologia NIRS foi eficiente e acurada em prever os teores de amido e matéria seca para as amostras analisadas.

**Agradecimentos:** Agradecemos a ESALQ e ao ESALQLAB pelo financiamento e apoio.

**Referências Bibliográficas:** AOAC - Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of analysis of AOAC International. 18. ed. Washington: AOAC, 2005. AOAC - Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of analysis of AOAC International. 17. ed. Gaithersburg: AOAC, 2000. GOLDSHLEGER, N.; CHUDNOVSKY, A.; BEN-BINYAMIN, R. Predicting salinity in tomato using soil reflectance spectra. International journal of remote sensing, v. 34, n. 17, p. 6079-6093, 2013. GONÇALVES, J. R. S.; PIRES, A. V.; SUSIN, I., LIMA, L. G. D.; MENDES, C. Q.; FERREIRA, E. M. Substituição do grão de milho pelo grão de milheto em dietas contendo silagem de milho ou silagem de capim-elefante na alimentação de bovinos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, p. 2032-2039, 2010.