

CONSTRUINDO SABERES, FORMANDO PESSOAS E TRANSFORMANDO A PRODUÇÃO ANIMAL

APLICAÇÃO DE MODELO NEURAL NA DETERMINAÇÃO DA DEFICIÊNCIA DE NITROGÊNIO EM *BRACHIARIA DECUMBENS*

Caio Augusto BERTOLINI*¹, Luan Jardim de SOUSA¹, Wellington Renato MANCINI¹, Adriano Aparecido VIRGÍLIO¹, Lucas da Rocha CARVALHO¹, Lilian Elgalise Techio PEREIRA¹, Adriano Rogério Bruno TECH¹

*Apresentador. Email: caio.augusto.bertolini@usp.br

¹Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP), Pirassununga, São Paulo, Brasil. Autor para correspondência: adriano.tech@usp.br

Abstract: Although nitrogen (N) be recognized as an essential nutrient to crops development and growth, tools for monitoring or identification N deficiency in pastures, particularly tropical grasses, are still not available. In order to implement a software based on digital image processing, the performance of an Artificial Neural Network (ANN) in classifying images of leaves of *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk in classes, according the N content, was evaluated. The ANN Multilayer Perceptron type with backpropagation was implemented. The ANN structure was 3-10-1, and the reflectance of the red, green and blue wavelenghts (RGB) determined from the images was used as input data in the first layer. The N content of the samples ranged from 1.19 to 2.35 g N/kg dry matter (DM), enabling the samples classification in deficient (<1.5 g N/kg DM), moderately deficient (1.50 to 2.0 g N/kg DM) and sufficient (> 2.0 g N/kg DM). The classification provided by the ANN showed an overall success rate of 92% compared to the classes established from the N content determined in the laboratory. The ANN presented a high accuracy to classify the images in classes from their RGB values.

Palavras-chave: Análise de imagens, Índices de vegetação, Pastagens, RGB

Introdução

O nitrogênio (N) é o nutriente requerido em maiores quantidades, sendo considerado o elemento mais importante para o crescimento e desenvolvimento de

Promoção e Realização:



Apoio Institucional:



Organização:



CONSTRUINDO SABERES, FORMANDO PESSOAS E TRANSFORMANDO A PRODUÇÃO ANIMAL

diversas culturas (Tewari et al., 2013). Todavia, a eficiência de aplicação, bem como a definição adequada da quantidade de N a ser fornecida via adubação, depende amplamente da capacidade de detecção da deficiência de N na cultura de interesse (Tewari et al., 2013; Singh et al., 2017). Em pastagens, o método tradicional de determinação da necessidade de adubação nitrogenada é baseado em análises laboratoriais, onde são determinadas as concentrações de N em amostras coletadas em campo (Monteiro, 2005), sendo um método caro, demorado e pouco utilizado pelo produtor. Dado o amplo desenvolvimento da Agricultura de Precisão, ferramentas computacionais, entre as quais se destacam os softwares baseados no processamento de imagens voltadas ao monitoramento do *status* nutricional de culturas de interesse econômico, têm sido implementadas em substituição aos métodos tradicionais (Liu et al., 2010).

Softwares capazes de identificar deficiências nutricionais em plantas frequentemente se baseiam em modelos espectrais, os quais são espécie-específicos e devem ser capazes de relacionar a refletância de determinados comprimentos de onda das folhas (ou do dossel ou vegetação, para o caso de sensoriamento remoto) com características direta ou indiretamente ligadas a concentração de N da planta, tais como, valores *spad*, concentração de pigmentos e clorofila, ou a própria concentração de N determinada em laboratório (Liu et al., 2010; Singh et al., 2017). Modelos espectrais baseados na refletância isolada ou combinada dos comprimentos de onda na faixa do visível (400 a 700 nm), os quais incluem os componentes vermelho, verde e azul (em inglês *red*, *green* e *blue* ou RGB), têm demonstrado boa acurácia nas estimativas da concentração de N em gramíneas temperadas. Todavia, não existem atualmente softwares disponíveis para o monitoramento ou determinação do status de N em pastagens, particularmente para gramíneas tropicais.

Redes neurais artificiais (RNA) podem ser utilizadas como um método de processamento de dados, em alternativa ou combinados a análises multivariadas

CONSTRUINDO SABERES, FORMANDO PESSOAS E TRANSFORMANDO A PRODUÇÃO ANIMAL

(Liu et al., 2010), a fim de se realizar a separação de objetos em classes ou identificar padrões, de acordo com objetivos previamente definidos. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de classificação da Rede Neural do tipo *Multilayer Perceptron* (MLP) com retropropagação do erro, como ferramenta de análise de imagens de folhas obtidas em uma pastagem de *Brachiaria decumbens* cv. *Basilisk*. O processamento da rede se baseia na análise das bandas RGB, para fins de identificação de imagens que representam pastagens consideradas deficientes, moderadamente deficientes ou suficientes em N.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA-USP), em Pirassununga, entre janeiro a março de 2017. Folhas diagnósticas (folhas mais jovens completamente expandidas) foram coletadas em pastos de *Brachiaria decumbens* cv. *Basilisk* na condição pré-corte (IL_{95%}), em oito parcelas experimentais (80 m²). Para caracterizar amostras com distintas concentrações de N, em cada procedimento de coleta, três porções de folhas foram separadas, de acordo com a intensidade da cor verde (8 amostras por cor, totalizando 24 amostras). Em cada porção, cinco folhas consideradas representativas da coloração da amostra total foram homogeneamente distribuídas em bandeja de fundo branco, e a partir das quais foram obtidas 5 imagens (câmera digital Sony, 12 megapixels interpolada, alocada a 23 cm de altura da base). Após a aquisição das imagens, as amostras foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C e moídas em micro-moinho de facas com peneira de 1 mm. A concentração de N das amostras foi determinada pelo método de Kjeldahl. As imagens obtidas foram pré-processadas, com ajuste do *background* (255, 255, 255 - cor branca) para remoção de ruídos. Os valores médios dos componentes vermelho (R), verde (G) e azul (B) de cada imagem foram então determinados através de um algoritmo de varredura (pixel a pixel), implementado em linguagem JAVA. Esses

CONSTRUINDO SABERES, FORMANDO PESSOAS E TRANSFORMANDO A PRODUÇÃO ANIMAL

valores compuseram a base de dados de entrada da rede neural. A RNA do tipo MLP (*MultiLayer Perceptron*) foi implementada com algoritmo de aprendizagem baseado em *Backpropagation*, utilizando o software MATLAB (versão 2012). Como função de treinamento foi utilizado o Levenberg-Marquardt (*trainlm*), sendo a avaliação de desempenho nesta etapa baseado no quadrado médio do erro (*MSE*). A rede foi composta por três camadas, sendo a primeira representada pelos valores médios das bandas R, G e B (camada de entrada), a camada intermediária foi composta por 10 neurônios, alocados em uma única camada escondida, e a função de transferência utilizada foi a sigmóide logística (*LOGSIG*). A camada de saída foi composta por um único neurônio, com a função de transferência tangente hiperbólica (*TANSIG*).

Resultados e Discussão

A concentração de N das amostras variou de 1,19 a 2,35 g N/kg de matéria seca (MS), sendo possível classificá-las em deficientes (<1,5 g N/kg MS), moderadamente deficientes (1,50 a 2,0 g N/kg MS) e suficientes (>2,0 g N/kg MS). O processamento da rede MLP tendo como entrada os valores médios de RGB das imagens obteve um desempenho de 99% na etapa de treinamento, a qual é realizada sobre 2/3 dos dados existentes no banco. A eficiência de classificação na etapa de validação, o qual é realizado sobre os outros 1/3 dos dados, foi de 99%. O desempenho da rede para classificação das amostras em classes no teste com valores gerados aleatoriamente foi de 89%. Liu et al. (2010), utilizando quatro índices espectrais como estrutura de entrada, compararam o desempenho de diversas arquiteturas de construção da rede neural (número de camadas intermediárias e combinações de algoritmos de treinamento) para estimativa da concentração de clorofila em arroz (*Oryza sativa*). A melhor correlação obtida, de 90,1%, foi registrada para arquitetura com dois horizontes intermediários (4-10-2-1) e função de ativação *Tansig*, *Tansig*, *Logsig*. Além disso, a performance da rede foi

Promoção e Realização:

Apoio Institucional:

Organização:

CONSTRUINDO SABERES, FORMANDO PESSOAS E TRANSFORMANDO A PRODUÇÃO ANIMAL

melhor do que as estimativas obtidas por modelos de regressão múltipla. No presente experimento, o índice de acerto na classificação fornecida pela rede com relação a classificação com base na concentração de N determinada em laboratório foi de 92%. Assim, a utilização de RNA demonstra ser poderoso instrumento para implementação de softwares de classificação de imagens obtidas em campo, podendo ser uma solução inovadora e de baixo custo, auxiliando gestores e produtores no manejo adequado da adubação nitrogenada em pastagens.

Conclusão

A rede MLP, utilizando dados de entrada baseados no RGB de imagens de folhas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, foi capaz de classificar as amostras em deficientes, moderadamente deficientes e suficientes em N, com índice de acerto de 92%.

Agradecimentos

Agradece-se à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, processo número 2017/20735-6) pela concessão de bolsa de estudos.

Referências

- LIU, M. et al. Neural-network model for estimating leaf chlorophyll concentration in rice under stress from heavy metals using four spectral indices. **Biosystems Engineering**, v. 106, n. 3, p. 223-233, 2010.
- MONTEIRO, F.A. **Amostragem de solo e de planta para fins de análises químicas: métodos e interpretação de resultados**. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 22, Piracicaba: FEALQ, 2005.
- SINGH, S.K. et al. Assessment of growth, leaf N concentration and chlorophyll content of sweet sorghum using canopy reflectance. **Field Crops Research**, v.209, p.47-57, 2017.
- TEWARI, V.K. et al. Estimation of plant nitrogen content using digital image processing. **Agric Eng Int: CIGR Journal**, v. 15, n. 2, p.78-86, 2013.