

DIAGNÓSTICO DE NÍVEIS DE NITROGÊNIO EM FOLHAS DE FEIJÃO UTILIZANDO GLCM E REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

LEONARDO GOMES GUIDOLIN¹, AUGUSTO VAGHETTI LUCHESE², PEDRO LUIZ DE PAULA FILHO³, TATIANI MAYARA GALERIANI⁴, FABIANA REGINA WUNDRAK⁵

¹ Mestrando, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), leonardo.gguidolin@gmail.com

² Pós-Doutor, Universidade Federal do Paraná (UFPR), aluchese@gmail.com

³ Doutor, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), plopes@utfpr.edu.br

⁴ Graduanda, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UFPR), tatianigaleriani@hotmail.com

⁵ Graduanda, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UFPR), fabianareginaw@gmail.com

Apresentado no
XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2018
06, 07 e 08 de agosto de 2018 - Brasília - DF, Brasil

RESUMO: A cultivo do feijão é possui grande importância econômica e social no Brasil, visto que é um ingrediente bastante presente na dieta do brasileiro. Uma das principais causas da baixa produtividade da cultura do feijão no Brasil deve-se ao baixo nível técnico empregado pelos produtores e o cultivo de baixa fertilidade, principalmente pobres em Nitrogênio. Neste trabalho foi utilizadas técnicas de visão computacional e aprendizado de máquina para diagnosticar os níveis de Nitrogênio no feijoeiro. Foram cultivados feijoeiros em uma casa de vegetação contendo 5 doses diferentes de nitrogênio, 50, 100, 150, 200 e 250 mg L⁻¹. Os dados coletados foram teores de clorofila, teores de nitrogênio em mg L⁻¹ e imagens das folhas, sendo estas realizadas em dois momentos do desenvolvimento: 45 e 58 dias após a semeadura, para se realizar o diagnóstico utilizou-se o GLCM como métodos de extração de características nas imagens. Os dados gerados foram utilizados para o treinamento e teste de Redes Neurais Artificiais (RNA) para regressão dos níveis de nitrogênio. Os resultados obtidos pelo método testado são promissores dependendo da situação, chegando a obter correlação de 0,7454 quando as previsões da RNA são comparados com a análise química usando os dados das duas coletas.

PALAVRAS-CHAVE: Multilayer Perceptron, Phaseolus vulgaris, Reconhecimento de padrões

DIAGNOSIS OF NITROGEN LEVELS IN BEAN LEAVES USING EXTRACTION OF STATISTICAL CHARACTERISTICS AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

ABSTRACT: Bean cultivation is of great economic and social importance in Brazil, since it is a very present ingredient in the Brazilian diet. One of the main causes of the low productivity of the bean crop in Brazil is due to the low technical level used by the producers and the cultivation of low fertility, mainly poor in Nitrogen. In this work, we used computer vision and machine learning techniques to diagnose Nitrogen levels in common bean. Beans were grown in a greenhouse containing 5 different doses of nitrogen, 50, 100, 150, 200 and 250 mg L⁻¹. The data collected were chlorophyll content, nitrogen content in mg L⁻¹ and leaf images, being performed at two developmental stages: 45 and 58 days after sowing, in order to perform the diagnosis, the statistical method was used as the methods of extracting characteristics in the images. The data generated were used for the training and testing of Artificial Neural Networks (RNA) for regression of nitrogen levels. The results obtained by the statistical method are promising depending on the situation, reaching a correlation of 0.7454 when the RNA predictions are compared with the chemical analysis using the data from the two collections.

KEYWORDS: Multilayer Perceptron, Phaseolus vulgaris, Pattern Recognition

INTRODUÇÃO: O feijão (Phaseolus vulgaris L.) é um dos ingredientes mais importantes da dieta do brasileiro, principalmente por ser uma grande fonte de proteínas, carboidratos e ferro. O feijoeiro comum possui muita importância econômica e social, pois é cultivado tanto por grandes quanto por pequenos produtores, em diversificados sistemas de produção e em todas as regiões brasileiras

(PENA, 2015).

Uma das principais causas da baixa produtividade da cultura do feijão no Brasil deve-se ao baixo nível técnico empregado pelos produtores e o cultivo de baixa fertilidade, principalmente pobres em Nitrogênio (N). As principais fontes de N para a cultura do feijoeiro são o solo, por meio da decomposição da matéria orgânica, a aplicação de adubos nitrogenados e a fixação biológica de N₂ atmosférico, pela associação do feijoeiro com bactérias do grupo dos rizóbios. Porém, além do alto custo econômico, o uso de adubos nitrogenados em solos tropicais tem ainda um custo ecológico, através das perdas desses adubos ocasionadas principalmente por lixiviação, na forma de nitrato e escoamento superficial, provocado pela água das chuvas ou irrigação. Desta forma o N perdido nesse processo é bastante poluente e, uma vez carregado para o lençol freático, provoca a contaminação dos aquíferos, rios e lagos. Nesse contexto, o manejo adequado da adubação nitrogenada representa uma das principais dificuldades da cultura do feijoeiro, visto que a aplicação de doses excessivas de N, além de aumentar o custo econômico, pode promover sérios riscos ao ambiente, e a sua utilização em quantidade insuficiente diminuir a sua produtividade (PELEGRIN et al., 2009).

Uma maneira prática e rápida de determinar a deficiência de nitrogênio na planta é por meio do diagnóstico visual que consiste em comparar visualmente o aspecto da amostra com o padrão, ou seja, comparar a coloração, tamanho e forma com o formato padrão da planta. Na maioria das vezes o órgão de comparação é a folha, pois é o que melhor reflete o estado nutricional da planta. Porém, a sua precisão está limitada à experiência do técnico e também exige bastante trabalho para gerar um mapa de prescrição para ser utilizado no manejo localizado (BEASSO et al., 2007; FANQUIN, 2002).

Uma forma de automatizar esse processo pode ser utilizando técnicas de processamento digital de imagens, pois estes apresentam grande potencial para a obtenção de índices que expressem a cor verde da planta (KARCHER, 2003).

MATERIAL E MÉTODOS: Durante a execução deste trabalho foi preparado um experimento com o intuito de obter dados e imagens a respeito de teores de clorofila e Nitrogênio referentes a cultura do feijão. Este experimento foi conduzido em uma casa de vegetação na UFPR, localizada na cidade de Palotina – PR. Neste experimento foi cultivado feijoeiros em vasos com areia e recebeu tratamentos de soluções nutritivas com diferentes doses de Nitrogênio. O experimento foi feito em casas de vegetação por necessitar de um ambiente controlado onde a cultura fica protegida de pragas e do clima externo. O experimento constou de um delineamento em blocos inteiramente casualizado com 5 doses de N (50, 100, 150, 200 e 250 mg L⁻¹).

A coleta dos dados de clorofila consistiu primeiramente no corte da planta, onde foram selecionadas e retiradas as 4 folhas do topo e em melhor estado. Em seguida foi feita a medição de clorofila de cada uma das folhas. A medição foi feita utilizando o clorofilômetro cujo modelo é ClorofiLOG CFL1030. A aquisição das imagens foi feita utilizando a câmera fotográfica digital da marca Nikon cujo modelo é Coolpix L820. Esta câmera é de propriedade da UTFPR de Medianeira. As fotos foram tiradas em um ambiente controlado com o intuito de reduzir ruídos e padronizar as imagens. O ambiente controlado consistiu em uma caixa com iluminação artificial feita de pranchas de madeira e painéis de LED nas laterais. As folhas foram posicionadas no fundo da caixa ao lado de uma escala de cores, conforme a FIGURA 1:



FIGURA 1: Caixa utilizado para aquisição de imagens.

Segundo Vakilian et al. (2012) a utilização do método de extração de características GLCM é eficaz na detecção de N no pepino. Desta forma, nesta dissertação utilizou-se o GLCM para extração de características das imagens das folhas de feijão. No GLCM normalmente são calculados 6 atributos da imagem: energia, entropia, contraste, heterogeneidade, correlação e variância. Porém pode-se variar o ângulo em que é montado a matrix de co-ocorrência, sendo 0°, 45°, 90° e 135°, cada um deles sendo calculado os 6 atributos anteriores. Neste trabalho esses cálculos também foram repetidos para R,G e B, totalizando 72 atributos coletados em cada imagem da coleta 1 e 2.

Os descritores do GLCM foram retirados de 247 fotos da primeira coleta e de 252 fotos da segunda coleta, onde foi utilizado como atributos para treinamento e teste de uma Rede Neural Artificial Multilayer Perceptron utilizando o software Weka. O Weka consiste em uma coleção de algoritmos de aprendizado de máquina e ferramentas de processamento de dados, no qual é possível todos esses recursos utilizando linha de comando ou uma interface visual (FRANK et al., 2009).

As Redes Neurais Artificiais (RNAs) são modelos inspirados na estrutura do cérebro e tem o objetivo de simular algumas características humanas, tais como aprendizado, associação, generalização e abstração quando submetidas a treinamento. Esses modelos são chamados de neurônios artificiais e calculam funções matemáticas (GUPTA, 2013).

As RNA's foram utilizadas nos últimos anos para realizar tarefas complexas em diferentes áreas e como uma estratégia de modelagem matemática de problemas. Nas RNA's não é necessário propor uma função para o modelo, pois elas são aproximadores universais de funções (CUNHA et al., 2010).

Neste trabalho foi utilizado a RNA Multilayer Perceptron já implementada pelo software Weka, onde ele cria a RNA com base na quantidade de descritores. Já para teste da RNA foi utilizado o método de validação cruzada. A validação cruzada consiste em um método que permite verificar o quão correto é um modelo gerado a partir de análise de dados de treinamento. Esta validação oferece uma estimativa de como o modelo irá se comportar ao analisar um conjunto novo de dados (BAKER et al., 2011).

Para avaliação da RNA foi calculado a correlação de Pearson dos valores preditos por ela com os valores de treinamento. Este método de correlação consiste em uma medida de associação do grau de relacionamento entre duas variáveis (FILHO et al., 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os atributos do GLCM foram submetidos como entrada à uma RNA Multilayer Perceptron com o intuito de avaliar a sua qualidade na diagnose de nitrogênio. Foram criadas duas RNA's para a análise química, a primeira tendo como entrada todos os atributos extraídos das imagens utilizando o GLCM, já a segunda RNA tendo como entrada apenas os atributos com correlação de Pearson superior a 0,3 ou inferior a -0,3. Esse procedimento foi repetido para os dados de clorofila A, B e Total. O resultados podem ser observados na TABELA 1, nos quais observa-se que a análise química se sobressai em comparação aos resultados de clorofila, melhorando significativamente quando é feita a seleção de atributos.

No trabalho de Vakilian et al. (2012) utilizou-se o GLCM apenas para diagnosticar se havia deficiência de nitrogênio ou não, comparando com dados coletados de folhas de pepino sem a utilização de tratamento nitrogenado (controle) com dados de folhas com tratamento deficiente de nitrogênio, no qual obteve uma confiabilidade de acerto de 92 a 95 %. Já no presente trabalho foi realizando medições de clorofila e nitrogênio, e submetendo-as em uma RNA correlacionando os resultados desta, com as medições feitas chegando a uma correlação máxima de 0,7454 para o GLCM com seleção de atributos. Conforme a TABELA 1.

TABELA 1: Correlação os método de extração de característica GLCM utilizando Redes Neurais Artificiais

Dados avaliados	Correlação sem seleção de atributos	Correlação com seleção de atributos
Análise química	0,2391	0,7454
Clorofila Total	0,0226	0,0962
Clorofila A	-0,0439	0,5354
Clorofila B	0,0256	0,5472

CONCLUSÕES: Este trabalho demonstrou que o GLCM é promissor na diagnose de N na folha do feijão. Utilizando os dados na análise química N o método estatístico atinge 0,7454 de correlação na previsão de N, e utilizando seleção de atributos, todos os resultados se mostraram superiores. Esta seleção além de melhorar o o acerto no diagnóstico de N ela também melhora o desempenho do sistema, pois ela seleciona os atributos mais relevantes extraídos da imagem, mostrando-se bastante útil em trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS:

BEASSO, M. et al. **Determinação do "status" nutricional de nitrogênio no feijoeiro utilizando imagens digitais coloridas.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 8, n. 2, p.520-528, 1 mai. 2007.

DWYER, L.M.; ANDERSON, A.M.; MA, B.L. **Quantifying the nonlinearity in chlorophyll meter response to corn leaf nitrogen concentration.** Canadian Journal of Plant Science, v.75, p.179-182, 1995.

FANQUIN, V. **Diagnose do Estado Nutricional das Plantas.** Universidade Federal de Lavras – UFLA,2002, Disponível em: http://www.dcs.ufla.br/site/_adm/upload/file/pdf/Prof_Faquin/Diagnose%20do%20Estado%20Nutricional%20das%20Plantas.pdf > . Acesso em: 16 abr. 2017.

KARCHER, D.E.; RICHARDSON, M.D. **Quantifying turfgrass color using digital image analysis.** Crop Science, v.43, p.943-951, 2003.

PELEGRIN, R.; MERCANTE, F.M.; OTSUBO, I.M.N. & OTSUBO, A.A. **Resposta da cultura do feijoeiro à adubação nitrogenada e à inoculação com rizóbio.** R Bras Ci Solo, 33:219-226, 2009.

PENA, C. **Cultura do feijão.** 2015. Disponível em: <https://plantarcrescercolher.blogspot.com.br/2015/09/cultura-do-feijao-resumo.html>; . Acessa em: 16 abr. 2017.

SILVA, F. C. Da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** 2 ed. Embrapa, 2009.

VAKILIAN, K.A.; MASSAH, J.. **Design, Development and Performance Evaluation of a Robot to Early Detection of Nitrogen Deficiency in Greenhouse Cucumber (Cucumis Sativus) with Machine Vision.** International Journal of Agriculture: Research and Review. V.2, N.4, p. 448-454, 2012