

CONSTRUINDO SABERES, FORMANDO PESSOAS E TRANSFORMANDO A PRODUÇÃO ANIMAL

IDENTIFICAÇÃO DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO PARA DETERMINAÇÃO DA DEFICIÊNCIA DE NITROGÊNIO EM *BRACHIARIA DECUMBENS*

Luan Jardim de SOUSA^{1*}, Caio Augusto BERTOLINI¹, Wellington Renato MANCIN¹,
Adriano Aparecido VIRGÍLIO¹, Lucas da Rocha CARVALHO¹, Jorge Luis
MALAFATTI¹, Adriano Rogério Bruno TECH¹, Lilian Elgalise Techio PEREIRA¹

Autor para correspondência: ltechio@usp.br

¹Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP), Pirassununga, São Paulo, Brasil

Abstract: The identification of vegetation indices (VIs) better correlated with the leaves nitrogen content was evaluated between January and March 2017 in *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk pastures. Diagnostic leaves were collected in the pre-cutting stage (IL_{95%}) in eight experimental plots (80 m²) and separated in 3 patterns according the green intensity in order to characterize samples with different N content. The mean values of red, green and blue (RGB) components of images taken from the leaf samples were evaluated plus the following vegetation indexes: **RGB** = (R+G+B); **Rn** = R / (R+G+B); **Gn** = G / (R+G+B); **Bn** = B / (R+G+B); **G_{GB}** = (G-B)/(G+B); **G_{GR}** = (G-R)/(G+R); **HSB** and **RGB_{Gray}** = 0.2989*R+0.5870*G+0.1140*B. The data were analyzed by principal component analysis (Proc PrinComp), using the software SAS®, version 9.3 for Windows, and the selection of VIs for each principal component was based on eigenvectors greater than ±0.35. The N concentration of the samples ranged from 1.19 to 2.35 g N/kg dry matter (DM), with an amplitude that enables the classification as 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 analysis revealed that 86.8% of the variance was explained by two principal components (PRIN), and results showed that softwares based on digital image processing can correctly identify and classify images of leaf samples according N classes, using the value for R channel, HSB and Gn.

Palavras-chave: Análise multivariada, Análise de imagens, Refletância, RGB

Promoção e Realização:

Apoio Institucional:

Organização:

CONSTRUINDO SABERES, FORMANDO PESSOAS E TRANSFORMANDO A PRODUÇÃO ANIMAL

Introdução

O desenvolvimento e utilização de recursos computacionais capazes de auxiliar tomadas de decisão em campo, vem oferecendo aos produtores novas oportunidades em relação a utilização eficiente de insumos, manejo do solo, da planta e do animal, o que as tornam ferramentas fundamentais para sustentar a crescente expansão do agronegócio brasileiro. Em sistemas de pastagens, o nitrogênio (N) é reconhecidamente importante para maximização do perfilhamento e fluxo de tecidos foliares e, assim, a adubação nitrogenada é essencial para assegurar aumentos em produção de forragem nas gramíneas tropicais. Todavia, apesar do Brasil ocupar lugar considerável no ranking mundial da produção animal em sistemas baseados em pastagens, dado que as gramíneas se caracterizam como suporte básico e mais viável economicamente para a composição da dieta dos ruminantes, poucos estudos têm sido voltados ao desenvolvimento de softwares como ferramentas de apoio a tomada de decisão com relação a adubação nitrogenada, visando a manutenção de persistência e aumentos de produtividade desses sistemas (SINGH et al., 2017).

Para a implementação de um software de análise de imagens, é necessário identificar índices de vegetação (IV), os quais representam a refletância das bandas espectrais (particularmente vermelho, verde e azul - RGB) emitidas pelas folhas da cultura, que melhor se correlacionam com a concentração de N da planta (WANG et al., 2014). O objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar a correlação entre diferentes IV, obtidos a partir das bandas R, G e B extraídas de imagens de folhas diagnósticas (mais jovens completamente expandidas), com a concentração de N em pastos de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk. Os resultados deste estudo fornecerão subsídios para o desenvolvimento de um software, baseado na análise de imagens, capaz de determinar a necessidade de adubação nitrogenada nessa gramínea.

Promoção e Realização:



Apoio Institucional:



Organização:



CONSTRUINDO SABERES, FORMANDO PESSOAS E TRANSFORMANDO A PRODUÇÃO ANIMAL

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 (primeira e segunda 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, sem manipulação da coloração do objeto (folhas). 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. Foram ainda incluídos na análise os IV sugeridos por Wang et al. (2014): **RGB**= R+G+B; **Rn**=R/(R+G+B); **Gn**=G/(R+G+B); **Bn**=B/(R+G+B); **G_{GB}**=(G-B)/(G+B); **G_{GR}**=(G-R)/(G+R); e ainda o **HSB**, segundo Karcher & Richardson (2003), que se refere a transformação do RGB em matiz (H), saturação (S) e brilho (B); e **RGB_{Gray}**=0,2989*R+0,5870*G+0,1140*B, que consiste em um método de conversão de RGB para tons de cinza do MATLAB. Os dados foram analisados por meio de componentes principais (Proc PrinComp), com o software SAS®, versão 9.3 para Windows, sendo a seleção dos IVs relativos a cada componente principal baseado em *eigenvectors* maiores que ±0,35.

Promoção e Realização:



Apoio Institucional:



Organização:



CONSTRUINDO SABERES, FORMANDO PESSOAS E TRANSFORMANDO A PRODUÇÃO ANIMAL

Resultados e Discussão

A concentração de N das amostras variou de 1,19 a 2,35 g N/kg de matéria seca (MS), contemplando uma amplitude que permite 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). A análise revelou que 86,8% da variância foi explicada por dois componentes principais (PRIN). O PRIN₁ explicou 59,9% da variação, e foi expresso por uma associação negativa entre a banda R e os índices HSB e Gn (*eigenvectors*= +0,36; -0,36 e -0,69, respectivamente), sendo eficiente em separar amostras nas classes suficiente, moderadamente deficiente e deficiente (Figura 1), e que quatro amostras (16,7%) não se enquadraram nos grupos identificados. A correlação negativa entre as bandas R e Gn representa os comprimentos de onda na faixa de luz visível preferencialmente absorvidos e refletidos pela superfície foliar, estando amplamente ligados ao conteúdo de clorofila e N das folhas (SINGH et al., 2017). Plantas com maior conteúdo de clorofila absorvem elevada proporção da radiação incidente na faixa R e, portanto, possuem menor refletância desse comprimento de onda. Por outro lado, plantas deficientes em N normalmente apresentam baixa absorção e, portanto, maior refletância na banda R, devido ao menor conteúdo de clorofila e outros pigmentos foliares, resultando também em menor intensidade de reflexão na faixa do G. O índice HSB, também chamado *Dark Green Color index*, varia de 0 (muito amarelo) à 1 (verde escuro) e tem demonstrado ser mais consistente com parâmetros visuais de variações em verde do que valores individuais de RGB para algumas gramíneas (KARCHER & RICHARDSON, 2003). Assim, a combinação entre esses três IVs é capaz de adequadamente discriminar imagens de folhas com distintos status de N. O PRIN₂ representou basicamente a refletância da banda verde das imagens, sendo composto por Gn, G_{GB} e G_{GR} (*eigenvectors*= 0,53; 0,45 e 0,45, respectivamente), sendo que valores mais positivos no PRIN₂ foram registrados em amostras classificadas como moderadamente deficientes.

Promoção e Realização:



Apoio Institucional:



Organização:



CONSTRUINDO SABERES, FORMANDO PESSOAS E TRANSFORMANDO A PRODUÇÃO ANIMAL

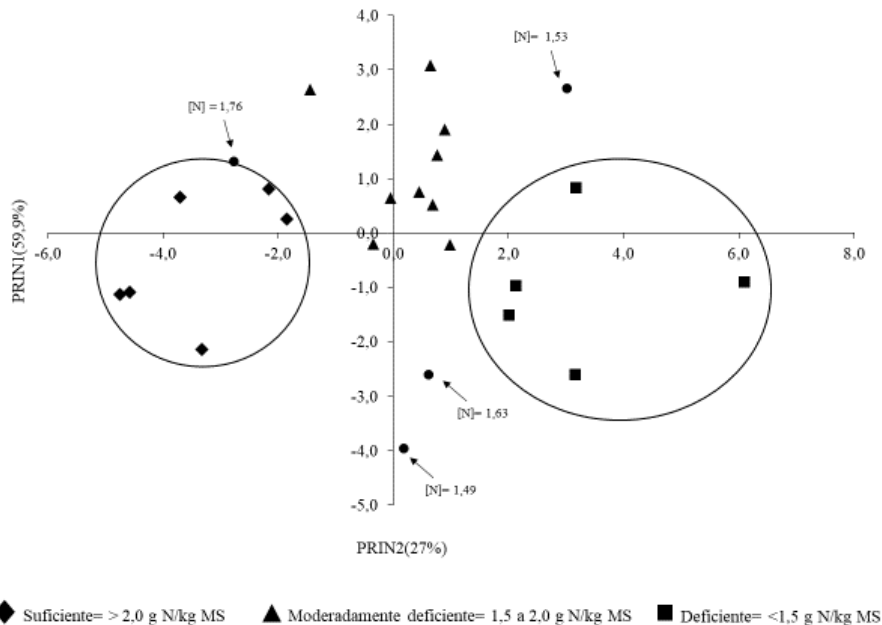


Figura 1 – Relação entre os *eigenvectors* obtidos para o componente principal 1 (PRIN1) e 2 (PRIN2) de cada amostra. Números entre parênteses representam a proporção da variância explicada por cada componente. Círculos representam amostras suficientes (*eigenvectors* negativos para PRIN1) ou deficientes de nitrogênio (*eigenvectors* positivos para PRIN1).

Conclusão

A utilização dos índices R, HSB e Gn, em softwares de processamento digital de imagens, permite identificar e classificar amostras de folhas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk deficientes, moderadamente deficientes e suficientes em N.

Referências

KARCHER, D. E.; RICHARDSON, M. D.; Quantifying turfgrass color using digital image analysis. **Crop Science**, v.43, p.943-951, 2003.
 SINGH 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.
 WANG, Y. et al. Estimating rice chlorophyll content and leaf nitrogen concentration with a digital still color camera under natural light. **Plants methods**, v.10, p.1-11, 2014.