

## QUANTIFICAÇÃO DE DOENÇA FOLIAR DA BANANEIRA UTILIZANDO ÍNDICES RGB EM IMAGENS DE RPA

Vinícius Bitencourt Campos Calou<sup>1</sup>, Adunias Dos Santos Teixeira<sup>2</sup>, Luis Clenio Jario Moreira<sup>3</sup>, Joaquim Branco De Oliveira<sup>4</sup>, Cristiano Souza Lima<sup>5</sup>, Thales Rafael Guimarães Queiroz<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Mestre, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, (85) 9 97851751, vinicius.calou@ifce.edu.br;

<sup>2</sup> Ph.D. Universidade Federal do Ceará, adunias@ufc.br;

<sup>3</sup> Doutor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, cleniojario@gmail.com;

<sup>4</sup> Doutor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, joaquimbranco@ifce.edu.br;

<sup>5</sup> Doutor, Universidade Federal do Ceará, csl@ufc.br;

<sup>6</sup> Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal do Ceará, thalesraf04@hotmail.com.

Apresentado no  
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019  
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

**RESUMO:** No contexto da agricultura de precisão, imagens de alta resolução espacial oferecem novas prospecções para o monitoramento de plantios. Assim, o objetivo do presente estudo foi utilizar índices RGB para a quantificação do ataque da sigatoka-amarela na cultura da bananeira, utilizando imagens de RPA (*Remotely Piloted Aircraft*). Foram realizados processamentos com os índices TGI, VARI e pGRVI para uma imagem obtida em plantio comercial de bananeiras. Como resultados, o índice VARI alcançou melhores resultados na identificação da mancha foliar, atingindo 79,51% de assertividade no índice de Kappa, demonstrando que as ferramentas de monitoramento de manchas foliares podem ser realizadas por meio de técnicas de sensoriamento remoto.

**PALAVRAS-CHAVE:** UAV, drone, processamento digital de imagens.

### QUANTIFICATION OF LEAF SPOT DISEASE USING RGB INDICES FROM RPA IMAGES

**ABSTRACT:** In the precision agriculture, high spatial resolution images provide new prospects for planting monitoring. Thus, the objective of this study was to use RGB indices for yellow-sigatoka quantification in the banana trees, using Remotely Piloted Aircraft (RPA) images. The TGI, VARI and pGRVI indices were processed for an image obtained from banana plantations. As a result, the VARI index obtained better results in the identification of the leaf spot, reaching 79,51% of accuracy in the Kappa index, demonstrating that the tools of monitoring of leaf spots can be carried out by techniques of remote sensing.

**KEYWORDS:** UAV, Drone, digital image processing.

**INTRODUÇÃO:** No contexto da agricultura de precisão, os RPAs (*Remotely Piloted Aircrafts*) estão sendo empregados como uma ferramenta promissora no monitoramento das lavouras para identificação de pragas e doenças, na identificação de deficiências nutricionais e déficit hídrico, na previsão de safras, ou no monitoramento da erosão do solo (SANTESTEBAN et al. 2016).

Dentro da dinâmica de mapeamentos utilizando tais tecnologias, se destacam a utilização de sensores RGB pancromáticos embarcados aos RPAs, gerando dados capazes de

embasar as tomadas de decisões no campo da agricultura de precisão. Diversos ensaios utilizando índices RGB estão sendo continuamente empregados, como o pGRVI, o VARI e o TGI citados por MONTIBELLER et al., (2017) e MCKINNON e HOFF (2017).

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo é comparar três índices RGB aplicados a imagem aérea de alta resolução espacial para realizar a identificação do ataque da sigatoka-amarela (*Mycosphaerella musicola* Leach) na cultura da banana (*Musa spp.*).

**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho foi realizado em plantio comercial de bananeiras (*Musa spp.*, Banana Prata), localizado geograficamente em 4°58'7,33" Sul e 38° 3'8.88" Oeste, em novembro de 2017, em um lote de quatro hectares de produção de Banana Prata.

As avaliações de campo foram realizadas por um técnico especialista, onde foram identificadas estruturas foliares infectadas com a sigatoka-amarela. As análises consistiram em um levantamento de 30 amostras aleatórias georreferenciadas para representar a área em sua totalidade, servindo como “verdade de campo” para a avaliação dos índices RGB.

Foi adquirida uma imagem aérea da área de estudos, utilizando um VANT fabricado pela *DJI Innovations: Inspire 1*, categorizado dentro dos veículos multirrotores, com autonomia de voo aproximada de 22 minutos. A câmera embarcada, denominada X5, possui resolução de 16 megapixels (4000 x 4000 pixels) e campo de visada (FOV – Field Of View) de 94°, pancromática. A imagem foi capturada a uma altura estabelecida em 30 metros acima do solo, resultando em resolução espacial (GSD) de 0,0083905 m/pixel (0,8 cm/pixel).

Com o auxílio do software ENVI®, as imagens aéreas foram processadas e os índices calculados conforme equações 1 (MOTOHKA et al. 2010), 2 (GITELSON et al, 2002) e 3 (HUNT et al, 2013).

$$\text{pGRVI} = (G-R)/(G+R) \quad (1)$$

$$\text{VARI} = (G-R)/(G+R-B) \quad (2)$$

$$\text{TGI} = G-(0,39*R)-(0,61*B) \quad (3)$$

em que,

pGRVI - Passive Green Red Vegetation Index; VARI - Visible Atmospheric Resistant Index; TGI - Triangular Greenness Index; G - Banda pancromática verde, bits; R - Banda pancromática vermelha, bits; B - Banda pancromática azul, bits.

Ainda no software ENVI®, as amostras correspondentes às “verdades de campo”, levantadas pelos especialistas e georreferenciadas, foram utilizadas para o cálculo do índice de Kappa, o qual tem por objetivo avaliar o poder classificador dos índices RGB, comparando os pixels classificados com as verdades de campo, criando a denominada matriz de confusão, de acordo com a equação 4 (MA e REDMOND, 1995)

$$Kappa = \frac{n \sum_{i=1}^M x_{ii} - \sum_{i=1}^M (x_{i+} x_{+i})}{n^2 - \sum_{i=1}^M (x_{i+} x_{+i})} \quad (4)$$

em que,

Kappa = Índice de Kappa;  $x_{ii}$  = elementos da diagonal da matriz de confusão;  $n$  = número total de observações;  $x_{i+}$  e  $x_{+i}$  = somatório na linha e na coluna, respectivamente; e  $M$  = número de temas mapeados.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Tabela 1 são apresentados os resultados do Índice de Kappa dos processamentos realizados com os diferentes índices RGB, bem como o valor estimado do percentual de área afetada sigatoka-amarela.

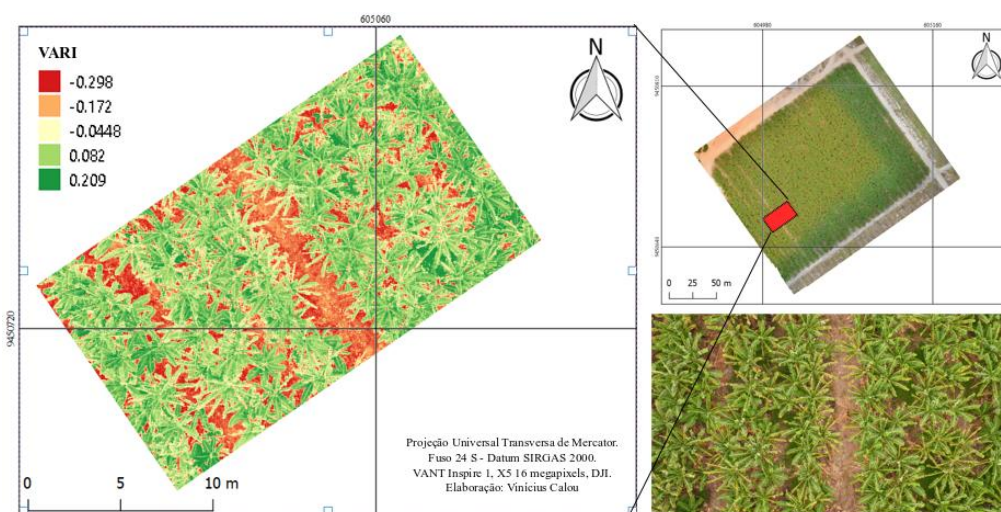
TABELA 1. Índice de Kappa e percentual de área afetada pela sigatoka-amarela.

Índice RGB	Índice de Kappa	Área afetada
pGRVI	72,08%	14,57%
TGI	73,16%	13,64%
VARI	79,51%	12,90%

pGRVI - Passive Green Red Vegetation Index; VARI - Visible Atmospheric Resistant Index; TGI - Triangular Greenness Index.

PHADIKAR, SIL e DAS (2012), utilizaram os classificadores *Maximum Likelihood* e *Support Vector Machine* para identificar doenças fúngicas foliares na cultura do arroz (mancha parda e brusone do arroz) através de câmera comum (*Nikon Coolpix p4*, 8,1 megapixels). O fato das estruturas foliares da cultura do arroz serem naturalmente delgadas com certeza colaborou para a acurácia dos métodos alcançarem patamares de 79,5% e 68,1%, para os respectivos algoritmos. Os autores ainda elucidam que os níveis de infecção e estágio de evolução da brusone do arroz foram responsáveis por gerar uma maior dificuldade de identificação e classificação da doença. Os valores alcançados por PHADIKAR, SIL e DAS (2012) muito se equiparam aos encontrados neste trabalho, apesar da resolução espacial pelos autores atingir patamares maiores do que os padrões registrados no presente trabalho, através do índice VARI, conforme apresentado na Figura 1.

FIGURA 1. Visible Atmospheric Resistant Index (VARI) para apreciação das classes temáticas.



Na cultura da macieira, BASHIR E SHARMA (2012) realizaram a classificação de doenças foliares a partir de segmentação da coloração e da textura de fotografias simples. Utilizaram algoritmo CMM em análise de cores e K-means na análise textural, agrupando os pixels com maior proximidade (soma do quadrado das distâncias), resultando em 90% de acurácia, ficando abaixo dos valores encontrados neste trabalho, conforme Tabelas 2 e 3, indicando as grandes possibilidades de identificação de feições utilizando apenas o espectro visível de cores.

Utilizando VANT de baixo custo (*Phantom 3*, câmera RGB 12 megapixels), TETILA *et al.*, (2017) realizaram a obtenção de imagens aéreas de plantio de soja, objetivando a identificação de doenças foliares causadas por fungos, a partir de seis algoritmos classificadores em cinco alturas de voos diferentes. Como resultados, obtiveram níveis de acurácia classificados como “Excelentes” em patamares que variaram de 88% a 98%. Os maiores valores de assertividade foram observados em altitudes de voo menores (2 metros de

altura), devido ao nível de detalhes das imagens. No atual trabalho, o voo foi realizado em altitude de 30 metros em relação ao nível do solo, gerando resultados equiparados aos encontrados por TETILA *et al.*, (2017), provavelmente devendo-se ao fato das estruturas foliares das bananeiras serem mais largas, comparadas com a cultura da soja.

### **CONCLUSÕES:**

Índices RGB se mostraram promissores na identificação da mancha foliar ocasionada pela sigatoka-amarela.

### **REFERÊNCIAS:**

BASHIR, S.; SHARMA, N. “Remote area plant disease detection using image processing”. **IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering**, v. 1, n. 6, p. 31-34, 2012.

GITELSON, A. A. et al. Novel algorithms for remote estimation of vegetation fraction. **Remote sensing of Environment**, v. 80, n. 1, p. 76-87, 2002.

HUNT JR, E. R. et al. A visible band index for remote sensing leaf chlorophyll content at the canopy scale. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 21, p. 103-112, 2013.

MONTIBELLER, M. et al. Identification of gaps in sugarcane plantations using UAV images. In: **Embrapa Solos-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 18., 2017, Santos. Anais... São José dos Campos: Inpe, 2017. p. 1169-1176.

MCKINNON, T.; HOFF, P.. Comparing RGB-based vegetation indices with NDVI for drone based agricultural sensing. **Agribotix, LLC, AGBX021-17**, 2017.

MA, Z.; REDMOND, R. L. “Tau coefficients for accuracy assessment of classification of remote sensing data. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**”, v. 61, n. 4, p. 435-439, 1995.

MOTOHKA, T. et al. Applicability of green-red vegetation index for remote sensing of vegetation phenology. **Remote Sensing**, v. 2, n. 10, p. 2369-2387, 2010.

PHADIKAR, S.; SIL, J.; DAS, A. K. Classification of Rice Leaf Diseases Based on Morphological Changes. **International Journal of Information and Electronics Engineering**, v. 2, n. 3, p. 460, 2012.

SANTESTEBAN, L. G. et al. High-resolution UAV-based thermal imaging to estimate the instantaneous and seasonal variability of plant water status within a vineyard. **Agricultural Water Management**, v. 183, p. 49-59, 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377416303201>>. Acesso em: 15 jun. 2018. doi: 10.1016/j.agwat.2016.08.026

TETILA, E. C., MACHADO, B. B., DE SOUZA BELETE, N. A., GUIMARÃES, D. A., & PISTORI, H. “Identification of Soybean Foliar Diseases Using Unmanned Aerial Vehicle Images”. **IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters**, 14(12), 2190-2194, 2017.