

## Utilização de Aeronave Remotamente Pilotada na avaliação do estado nutricional de cafeeiros

Taya Cristo Parreiras<sup>1</sup>

Rodrigo Santos Moreira<sup>2</sup>  
Guilherme Henrique Expedito Lense<sup>3</sup>  
Marx Leandro Naves Silva<sup>4</sup>  
Ronaldo Luiz Mincato<sup>5</sup>

**Agroecologia e Produção Agrícola**

### *Resumo*

Este trabalho tem por objetivo avaliar o potencial do uso de índices de vegetação obtidos por drone no monitoramento do teor de nitrogênio foliar em cafeeiros. O estudo foi realizado em uma fazenda produtora de café do município de Divisa Nova-MG, e 91 pontos amostrais para coleta de folhas para determinação do teor de nitrogênio foliar (%) e teor de clorofila e foi realizado um voo na mesma data, 29/05/2019, logo após a colheita. Os resultados obtidos apontaram para relação linear significativa ( $p < 0,036$ ) do nitrogênio apenas com o *Green Leaf Index*, porém, o modelo não obteve bom ajuste aos dados. Foi possível concluir que o *Green Leaf Index* é eficiente para detectar alterações foliares nos cafeeiros, mas novos testes precisam ser feitos para o monitoramento do teor de nitrogênio em outras fases fenológicas, envolvendo outros índices.

Palavras-chave: Drones; Índices de Vegetação; Café; Nitrogênio.

<sup>1</sup> Aluna de mestrado do Curso de pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Alfenas - MG, tayacristo1@gmail.com

<sup>2</sup>PNPD CAPES, Universidade Federal de Alfenas - MG, rodrigomagro@yahoo.com.br.

<sup>3</sup>Aluno de mestrado do Curso de pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Alfenas - MG, guilhermeelense@gmail.com.

<sup>4</sup>Prof. Dr., Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciência do Solo, marx@dcs.ufla.br.

<sup>5</sup>Prof. Dr., Universidade Federal de Alfenas - MG, Instituto Ciências da Natureza, ronaldo.mincato@unifal-mg.edu.br

## INTRODUÇÃO

A adubação nitrogenada é uma prática muito importante para a manutenção da produtividade agrícola, sendo o café uma das culturas que mais demandam o nutriente, assim, se for insuficiente, pode prejudicar a produtividade (MENDONÇA et al., 2017). Contudo, se for excessiva, pode gerar impactos negativos ao ambiente, além de representar prejuízos econômicos (BALLESTER et al., 2017).

Diante disso, torna-se relevante o desenvolvimento de técnicas para colaborar com o planejamento de estratégias que reduzam os prejuízos ambientais e econômicos. Nesse contexto, o uso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAs) têm ocupado lugar de destaque na agricultura, uma vez que possibilitam mapeamento e monitoramento, em tempo real e em alta resolução espacial, das áreas de produção (MAES; STEPPE, 2019).

Devido a interação da radiação eletromagnética com o dossel das plantas, as RPAs podem ser equipadas com sensores multiespectrais que possibilitam a composição de Índices de Vegetação (IVs) para avaliação da sanidade dos cultivos, detectando pragas, doenças e estresse hídrico (MAES; STEPPE, 2019).

Muitos pesquisadores têm explorado a aplicabilidade dos IVs obtidos com drones no monitoramento nutricional das plantas, em especial, do nitrogênio. Os estudos têm sido realizados em culturas como a cevada (ESCALANTE et al., 2019), girassol (VEGA et al., 2015), batata (HUNT et al., 2018), algodão (BALLESTER et al., 2017), entre outras, mas os resultados ainda apontam a necessidade de realização de mais pesquisas e exame de novas metodologias.

O objetivo deste trabalho é a avaliar o potencial do uso de IVs obtidos por RPAs no monitoramento do teor de nitrogênio foliar em cafeeiros.

## METODOLOGIA

A área de estudo consiste num talhão de café Catuaí Vermelho, em transição para cultivo orgânico, em espaçamento de 3,5 x 0,6 m, com cerca de 1,0 ha, localizado na Fazenda Santo André, município de Divisa Nova - MG, entre as longitudes 46°10'21'' e

46°11'11''O, e latitudes 21°20'30'' e 21°30'4''S (Datum SIRGAS 2000).

Foram distribuídos 91 pontos, em distâncias de aproximadamente 10m, de coleta de amostras foliares para análise do teor de nitrogênio foliar (%) e clorofila. Em cada ponto foram coletadas 8 folhas do segundo ou terceiro par de nós dos ramos plagiotrópicos, do terço médio dos cafeeiros. O nitrogênio (%) foliar foi obtido através do método Kjeldahl, e a clorofila, adquirida com o medidor SPAD 502.

Para realização dos voo, foi utilizada uma RPA modelo multirrotor acoplada com um sensor em RGB e um sensor *Red* + NIR (infravermelho próximo). O voo foi realizado a 50m de altitude, com sobreposição de imagens de 80%, após a colheita do café.

O conjunto de imagens de cada voo foi então processado para geração do ortomosaico e dos mapas de refletância, e também para serem calculados os seguintes IVs: *Green Leaf Index* (GLI), *Normalized Green-Red Difference Index* (NGRDI), *Visible atmospherically resistant index* (VARI). Em seguida, os dados relativos aos IVs, ao nitrogênio foliar e à clorofila foram submetidos à análises estatísticas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos índices testados com o teor de nitrogênio (%), apenas o GLI (FIGURA 1) apresentou correlação linear significativa ( $p < 0,05$ ), indicando uma tendência positiva (TABELA 1).

Tabela 1. Resultados da regressão linear entre o teor de nitrogênio com IVs e clorofila

Parâmetro/Índice	GLI	NGRDI	VARI	Clorofila
<i>p-value</i>	0,0036	0,4977	0,0717	0,1358
R	0,31	0,075	0,19	0,16

Contudo, observando o diagrama de dispersão entre GLI e N (%) (FIGURA 1), percebe-se que o modelo não se ajustou de forma satisfatória aos dados. Como as amostras foram coletadas após a colheita. São esperados melhores resultados para os novos testes que serão realizados em fases que as plantas estarão retomando o crescimento vegetativo e

quando será iniciada a adubação.

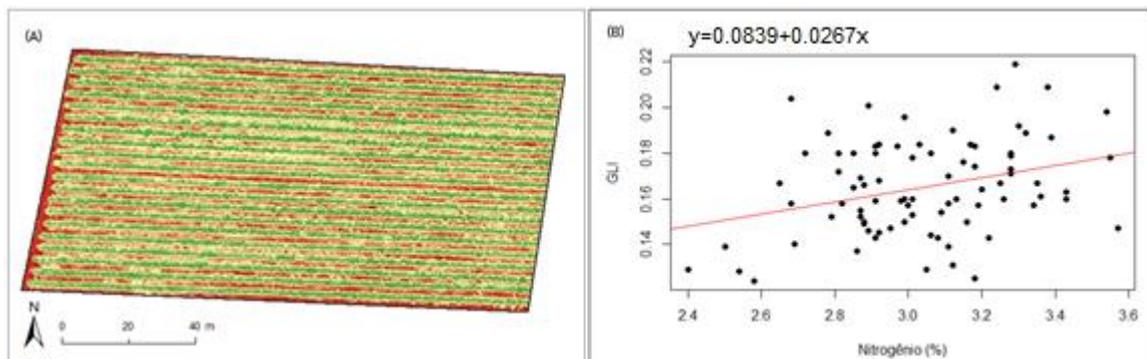


Figura 1. (A) Green Leaf Index (GLI) e (B) Diagrama de dispersão GLI x N(%). Elaboração: autores.

Vega et al. (2015) obtiveram regressões lineares significativas (confiança de 99%) entre o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) e o teor de nitrogênio, para cultura de girassol, exceto durante estágios iniciais de crescimento, o que segundo os autores, mostra que a ferramenta é útil após o início da adubação. Ballester et al. (2017) também encontraram melhores resultados com NDVI durante a maturidade do algodão. Para o VARI, os autores não obtiveram resultados significativos em nenhum estágio.

Hunt et al. (2017) reportaram que, para o cultivo de batatas, o NDVI não foi útil durante o período de manejo do nitrogênio, devido à saturação de IAF do dossel, o que tornou as variações nas folhas, indetectáveis. Vale ressaltar que esses autores trabalham com diferentes culturas agrícolas e, portanto, os resultados não podem ser diretamente relacionados. Não foram encontrados estudos relacionando IVs obtidos por RPAs na cultura do café, o que torna este estudo pioneiro.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de ser útil para identificar plantas com depauperamento, os índices de vegetação não foram, nessa fase do café, eficazes no monitoramento do teor de nitrogênio. Com o teste de outros IVs, como o NDVI, testes geoestatísticos e com a replicação do estudo em outras fases fenológicas, melhores resultados são esperados.

## A GRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).  
Código Financeiro - 001.

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) - APQ-00802-18,  
CAG-APQ-01053-15.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq) -  
/2017-7, 202938/2018-2.

À equipe da Fazenda Santo André pelo apoio e suporte logístico e ao Laboratório  
de Nutrição Experimental, da Faculdade de Nutrição da UNIFAL-MG.

## R REFERÊNCIAS

BALLESTER, C. et al. Assessment of In-Season Cotton Nitrogen Status and Lint Yield Prediction from Unmanned Aerial System Imagery. **Remote Sensing**, vol. 9, n. 1149, p. 1-18, 2017.

ESCALANTE, H. J. et al. Barley yield and fertilization analysis from UAV imagery: a deep learning approach. **International Journal of Remote Sensing**, vol. 40, n. 7, p. 2493-2516, 2019.

HUNT JR. et al. Monitoring nitrogen status of potatoes using small unmanned aerial vehicles. **Precision Agriculture**, vol. 19, p. 314-333.

MAES, W; STEPPE, K. Perspectives for Remote Sensing with Unmanned Aerial Vehicles in Precision Agriculture. **Trends in Plant Science**, vol. 24, n. 2, p. 15-164, 2019.

MENDONÇA, E. S. et al. Biological nitrogen fixation by legumes and N uptake by coffee plants. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 41, p. 1 – 10, 2017.

VEGA, F. A. et al. Multi-temporal imaging using an unmanned aerial vehicle for monitoring a sunflower crop. **Biosystems engineering**, vol. 132, p. 19-27, 2015.