

## **Estudo das relações entre índices de vegetação e produtividade de Tifton 85, utilizando imagens multiespectrais adquiridas com VANT**

Ramon Victorino<sup>1</sup>, Carlos Varella<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Mestrando PGEAMB-Universidade Federal Rural Rio de Janeiro, UFRRJ, RJ Fone(21)96414-8521  
ramonsvs@hotmail.com

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Professor Doutor Dep. de Eng.-IT.UFRRJ-RJ, varella@ufrj.br

Apresentado no  
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola CONBEA 2014  
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

**RESUMO:** Os Vants são pequenas aeronaves, sem qualquer tipo de contato físico direto, capazes de executar diversas tarefas, tais como monitoramento, reconhecimento tático, vigilância e mapeamento entre outras. Uma forma prática, barata e rápida de obter fotografias aéreas de uma pequena área, consiste em acoplar câmeras em aeronaves radiocontroladas (aeromodelos), e determinar uma altura de voo, velocidade do aeromodelo e tempo de obtenção das fotos, de acordo com a área de interesse, para o produto final passa ser utilizado da melhor maneira possível. Neste trabalho as imagens foram adquiridas em um experimento inteiramente causalizado, com 6 tratamentos (0, 50, 100, 150, 200 e 250 kgN/ha, uréia), 5 repetições e 30 subparcelas de 50m<sup>2</sup>. O experimento foi instalado no campo de produção da Empresa Feno Rio Agro LTDA, em área da UFRRJ, localizado no Município de Seropédica, RJ. Os índices estudados foram NDVI, GNIR, RNIR, SAVI. Apenas o NDVI, RNIR e GNDVI apresentaram coeficiente de determinação significativos (0,75;0,69;0,75) em relação as doses de N aplicadas ao solo.

**PALAVRAS CHAVES** Agricultura de precisão, Índices de vegetação, VANT

### **Study of relationships between vegetation indices and productivity of Tifton 85, using multispectral images acquired with UAV (unmanned aerial vehicle).**

**ABSTRACT:** The UAV aircraft are small, without any direct physical contact, able to perform various tasks, such as monitoring, tactical reconnaissance, surveillance and mapping among others. A practical, inexpensive and fast way to get aerial photographs of a small area, consists of coupling cameras radio control aircraft (model airplanes), and determine a height of flight, speed and time air models get photos, according to area interest, to the final product shall be used in the best way potential. In this work images were acquired on a fully randomized. Experiment with 6 treatments (0, 50, 100, 150, 200 and 250 kgN/ha urea), 5 reps and 30 plots of 50m<sup>2</sup>. The experiment was conducted in the field of production of Feno Rio Agro Company LTD in area UFRRJ, located in the municipality of Seropédica, RJ. The index studied were NDVI, GNIR, RNIR, SAVI. Only the NDVI, and RNIR GNDVI showed significant coefficient of determination (0.75, 0.69, 0.75) in relation to nitrogen rates applied to soil.

**KEYWORDS:** Precision agriculture, Indices of vegetation, Unmanned Aerial Vehicle

**INTRODUÇÃO:** A agricultura de precisão permite o manejo em sítio específico da área de cultivo, com base em informações que demonstram a variabilidade espacial dos fatores que envolvem a produção, com o objetivo de aumentar a eficiência do processo produtivo (QUEIROZ 2000). Sendo assim, a forma de manejo de cada subdivisão é de acordo com as necessidades reais do processo produtivo, minimizando as agressões ambientais e desperdícios de insumos (VARELLA, 2004). O sensoriamento remoto é uma das ferramentas utilizadas pela agricultura de precisão, onde as imagens adquiridas são transformadas em índices de vegetação, sendo que estas podem ser correlacionadas com alguma variável da cultura em estudo (ABRAHÃO, 2009). Os índices de vegetação são modelos

matemáticos utilizados para avaliar a cobertura vegetal, que geralmente são correlacionados com a algumas variáveis mensuradas em campo (BARBOSA, 2006). Estes índices podem ser calculados a partir de dados dos valores de radiância, reflectância ou diretamente dos números digitais das imagens (BAUERMANN, 2008). Há uma correlação entre os índices de vegetação e a produtividade (BLACKMER et al., 1996;). Os procedimentos realizados neste trabalho têm como objetivo obter índices de maximização produtiva, para a cultura de Tifton 85 (*Cynodon spp.cv. Tifton 85*) através do emprego de diferentes níveis de adubação nitrogenada, sendo utilizadas técnicas de agricultura de precisão com o uso do VANT agrícola para essa avaliação (veículo aéreo não tripulado).

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi instalado em área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, no campo de produção da Empresa Feno Rio Agro LTDA, Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro, o delineamento estatístico inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 5 repetições, num total de 30 parcelas de 50 m<sup>2</sup>. No dia 23 de agosto 2014, decorridos 100 dias do plantio, foi realizado a primeira adubação por cobertura com N de 5 doses de N (0, 50, 100, 150, 200 e 250 kgN/ha, uréia). 1º corte de formação foi realizado após 90 dias de estabelecimento da cultura, em 9 de outubro de 2013, realizou-se o corte de uniformização do Capim-Tifton 85, a 10 cm do solo. Uma 2º adubação de cobertura no dia 20 de setembro de 2013, após o primeiro corte nas doses de N (0, 50, 100, 150, 200 e 250 kgN/ha, uréia), o 2º corte foi realizado no dia 13 de Outubro. Realizou-se o georeferenciamento da área para obtenção de dados de limitação da área e obtenção de coordenadas UTM para procedimento de determinação de rota do VANT, de onde se obtiveram as imagens. As imagens foram obtidas utilizando-se um sistema de obtenção de imagens de baixo custo, se comparado com os métodos tradicionais, equipado com câmeras digitais da marca FUJIFILM, modelo FinePix Z20fd, que foram acionadas simultaneamente por um sistema ativado por um controlador automático externo, programado para 5 segundos. Essas câmeras são equipadas com um CCD (“charge-coupled device”) de 1/2,5”. Tendo em uma das câmeras a remoção do filtro limitador de sensibilidade da faixa do infravermelho (695 a 1050 nm) e acoplado sendo acoplado um filtro óptico modelo RT -830 (725 a 1000 nm) para aquisição de imagens na banda do infravermelho próximo. Após dois dias anteriores ao 2º corte, foi realizado as aquisições das imagens, sendo realizada no dia 11 de outubro, com uma altura de voo de 200m e velocidade média de 40km/h. Foi utilizado o programa MATLAB (MATHWORKS, 2000) para a realização dos recortes das imagens, leitura e análise dos índices de vegetação NDVI, SAVI, GNDVI, GNIR e RNIR, dos quais foram exportados para uma planilha eletrônica, onde obteve-se a análise dos índices espectrais (resultado de operações matemáticas entre valores numéricos de pixels das bandas de uma imagem), utilizando as equações:

$RNIR = \frac{* R}{NIR}$	Razão entre o vermelho e o infravermelho-próximo (RICHARDSON & WIEGAND, 1977)
$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$	Índice de vegetação da diferença normalizada (ROUSE et al., 1974)
$GNIR = \frac{G}{NIR}$	Razão entre o verde e o infravermelho-próximo, para estresse nutricional de N (BAUSCH & DUKE, 1996)
$SAVI = \frac{NIR - R}{NIR + R + L} \times (1+L)$	Índice de vegetação ajustado do solo (HUETE, 1988)
$GNDVI = \frac{NIR - G}{NIR + G}$	Índice de vegetação da diferença normalizada do verde (GITELSON et al., 1996)

- B= Valor médio da imagem na banda azul
- R= Valor médio da imagem na banda do vermelho
- G= Valor médio da imagem na banda do verde
- NIR = Valor médio da imagem na banda do vermelho próximo
- L= coeficiente de ponderação, neste caso usamos valor 0,5

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na tabela 1 são apresentados os valores dos resultados das médias dos índices de vegetação sobre os diferentes níveis de N (0, 50, 100, 150, 200 e 250 kgN/ha urea ) aplicados sobre os tratamentos.

Tabela 1: Valores dos resultados das médias

Tratamentos	kg N(ureia)/ha	NDVI	SAVI	GNDVI	GNIR	RNIR
T1	0	0,196262948	0,293896	0,100124	0,81798	0,671873
T2	50	0,225926923	0,338331	0,128376	0,77253	0,631601
T3	100	0,342998228	0,513606	0,200985	0,66541	0,489401
T4	150	0,366434335	0,548701	0,215362	0,64566	0,463817
T5	200	0,365469629	0,547256	0,211133	0,65145	0,464954
T6	250	0,359412375	0,538171	0,200737	0,6661	0,471990

Os tratamentos T4, T5 com a dose de N 150 e 200 kg N(ureia)/ha obtiveram resultados parecidos quando se comparado com os demais tratamentos. Os valores de NDVI mais próximo de 1, mais densa é a vegetação, valores próximo a 0 (zero) indica que a superfície não está vegetada (DEERING,1978). Os maiores valores de NDVI correspondem aos Números Digitais (ND) mais elevados, que se correlacionam às áreas de vegetação com maior vigor. Enquanto os menores valores equivalem aos ND baixos, representando as áreas de vegetação mais estressada, bem menos densas ou até mesmo áreas desnudas, como analisamos nos tratamentos T1 e T2 com doses de N 0 e 50 kg N(ureia)/ha. Os valores de SAVI mais próximos de 0 (zero) indicam que os valores se comparam com os índices de NDVI, neste caso não havendo efeito do solo exposto nas imagens analisadas. Os maiores índices GNIR, foram encontrados nos tratamentos T1 e T2 com doses de N 0 e 50kg N(ureia)/ha, obtidas com baixas doses de N, verifica-se uma ocorrência estresse nutricional pela falta de adubação nitrogenada. Os índices de GNDVI dos tratamentos T3,T4, T5, e T6 com doses de N 100, 150, 200, e 250 N(ureia)/ha são relativamente próximos, ocorrendo assim uma proximidade entre a radiação incidente e a banda do verde (G). Os tratamentos T1 e T2 possuem resultados baixos quando se comparado com os outros tratamentos, devido a maior presença do solo exposto e uma baixa reflectancia da banda do verde(G), onde se tem então a presença de uma vegetação menos densa quando se comparada com os demais tratamentos. Os índices RNIR nos tratamentos 1 e 2 verificamos uma maior presença da emissão da reflectancia da razão da banda do vermelho com a banda do infravermelho, ocorrendo uma menor expressão dos pigmentos fotossintetizantes da planta, quanto maior o RNIR menor a captação da banda do vermelho, menor a densidade de vegetação. Os maiores índices de produtividade (t/ano)250m<sup>2</sup> foram obtidos nos tratamentos (T4) 27,88 e (T5) 28,25 e % M.S. (T4) 87,35 e (T5) 88,11. Foi realizada uma análise de regressão linear das dosagens de N (ureia) kg/ha dos tratamentos estudados, em comparação com os índices de vegetação dos dados espectrais. Foi determinado um modelo de ajuste(tabela2) onde ouve resposta significativa dos índices de vegetação com as doses de N dos 6 tratamentos.

Tabela 2: Modelos ajustados dos índices de vegetação em função dos níveis de N aplicados no solo, Teste F(5%) e coeficiente de determinação(R<sup>2</sup>)

Variável	Equação	F de significância	R <sup>2</sup>	Teste F(5%)
NDVI	NDVI = 0,2196 + 0,0007N	0,023902695	0,75	Sig
GNIR	GNIR = 0,1449 + 0,0003 N	0,202088738	0,46	Ns
GNDVI	GNDVI = 0,1214 + 0,0004 N	0,039092994	0,69	Sig
SAVI	SAVI = 0,3672 + 0,0009 N	0,134352316	0,58	Ns
RNIR	RNIR = 0,6412 + (-0,0009) N	0,024809426	0,75	Sig
PRODUTIVIDADE	PROD= 13,408 + 0,063 N	0,026514984	0,74	Ns

ns = não significativo ao nível de 5%. , sig= significativo ao nível de 5%.

**CONCLUSÕES:** O teste F apresentou resultado não significativo para os índices de SAVI e GNIR dentro dos tratamentos analisados, conclui-se que não houve significância do solo exposto dentro das amostras analisadas devido as análises já estarem em um estágio de desenvolvimento próximo a etapa de corte, o solo já se encontra coberto pela cultura em estudo, a reflectância do solo se torna nula. Não houve influência do estresse nutricional de N, analisado pelo GNIR nas amostras em estudo. Os Índices de NDVI abaixo de 0,3664 recomenda-se aplicação de N, com objetivo de aumentar o ganho de produção. A medida que há um aumento das doses de N kg/ha, observa-se um aumento na produtividade t/ha ano nos tratamentos com doses de N kg/ha 50, 100, 150, no tratamento com doses 200 N kg/ha não apresentou um aumento significativo em relação as doses de 150 N kg/ha, no tratamento com doses de 250N kg/ha apresenta uma queda na produtividade t/ha ano em relação aos demais tratamentos. A queda da produtividade esta relacionada com estresse de nitrogênio, as doses aplicadas no tratamento T6 foram elevadas ocorrendo uma queda na resposta da produtividade. Foi possível estimar a produtividade da cultura de Tifton85 (*Cynodon dactylon*), em diferentes doses de N utilizando imagens aéreas com o uso do VANT(veículo aéreo não tripulado) Agrícola. Conclui-se que o melhor resultado para a área em estudo, foi observado no tratamento T3 com níveis de 150 kg/ha<sup>-1</sup> de onde se apresentou um maior ganho de produtividade por ha quando se comparado com os demais tratamentos.

#### **REFERÊNCIAS:**

- 1-ABRAHÃO, S. A., PINTO, F. A. C.; QUEIROZ, D. M.; SANTOS, N. T.; GLERIANI, J. M.; ALVES, E. A. **Índices de vegetação de base espectral para discriminar doses de nitrogênio em capim-tanzânia.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.9, p. 1637-1644. 200
- 2-BARBOSA, K. M. N. Monitoramento espacial de biomassa e carbono orgânico da vegetação herbácea de várzea na Amazônia Central. 2006. 131 f. Tese (Doutorado) Curitiba: Universidade Federal do Paraná.
- 3-BAUERMANN, G. C. **Uso de imagens de sensores remotos na estimativa de características dendrométricas de povoamentos de eucalipto.** 2008. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Maria.
- 4-BAUSCH, W.C.; DUKE, H.R. **Remote sensing of plant nitrogen status in corn.** *Transactions of ASAE* 39(5):1869-1875. 1996
- 5-BLACKMER, T.M.; SCHEPERS, J.S.; VARVEL, G.E.; MEYER, G.E. **Analysis of aerial photography for nitrogen stress within corn fields.** *Agronomy Journal*, v. 88, p.729-733, 1996.
- 6-DEERING, D. W. **Rangeland reflectance characteristics measured by aircraft and spacecraft sensors.** 1978. 338 f. Dissertation (Ph. D) Texas A&M University, College Station, TX.-
- 7-GITELSON, A. A. **Wide Dynamic Range Vegetation Index for remote quantification of biophysical characteristics of vegetation.** *Journal Plant Physiology*. n.161, p.165-173, 2004.
- 8-HUETE, A.R. **A soil-adjusted vegetation index (SAVI).** *Remote Sensing of Environment*, v.25, p.295-309, 1988.
- 9-QUIROZ-VOLTAN; R.B.; NOGUEIRA, S.S.S.; MIRANDA, M.A.C. **Aspectos da estrutura da raiz e do desenvolvimento de plantas de soja em solos compactados.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, p.929-938, 2000.
- 10-ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W.; HARLAN, J. C. **Monitoring the vernal advancement of retrogradation (greenwave effect) of natural vegetation.** NASA/GSFC, Type III, Final Report, Greenbelt, MD,1974, 371p.
- 11- Richardson, A.J.; Wiegand, C.L. **Distinguishing vegetation from soil background information (by gray mapping of Landsat MSS data).** v.43, n.12. p.1541-1542, Dec.1977.
- 12- VARELA, C. A. A. **Estimativa da produtividade e do estresse nutricional da cultura do milho usando imagens digitais.** 2004. 92f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.