

USO DO SOFTWARE IMAGEJ NA ESTIMATIVA DE VARIÁVEIS VEGETATIVAS NA PRODUÇÃO DO RABANETE SUBMETIDO A TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO E TIPOS DE COBERTURA

Pietros André Balbino dos Santos¹, Paulo Henrique Fernandes Figueiredo², Luiz Gonsaga de Carvalho³, Felipe Schwerz⁴, Thiago Henrique Burgarelli Teixeira⁵, Victor Bueno da Silva Batista⁶

¹ Engenheiro Agrícola, Doutorando em Recursos hídricos em Sistemas Agrícolas, UFLA-MG, 35 9 9987 8638, pietros.balbino@gmail.com.

² Engenheiro Agrícola, Mestrando em Recursos hídricos em Sistemas Agrícolas, UFLA-MG, paulo.engagricola@gmail.com.

³ Engenheiro Agrícola, Professor Titular, DEA/UFLA-MG, lgonsaga@ufla.br

⁴ Engenheiro Agrônomo, Prof. Adjunto I, DEA/UFLA-MG.

⁵ Engenheiro Agrícola, Doutorando em Recursos hídricos em Sistemas Agrícolas, UFLA-MG, teixeira.agricola@gmail.com

⁶ Engenheiro Agrícola, Prof. Adjunto I, DEA/UFLA-MG, victor.buonosb@ufla.br

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

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi analisar a fração de cobertura do solo (F_c) e o índice de área foliar por meio de imagens digitais processadas pelo *Software* ImageJ no cultivo do rabanete sob diferentes tensões de água no solo e tipos cobertura. O experimento foi conduzido em ambiente protegido na UFLA-MG. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial de 4x3, sendo quatro tensão de água no solo (8 kPa, 12 kPa, 20 kPa e 50 kPa) e dois tipos de cobertura (sem cobertura e mulching plástico preto) e com quatro repetições. A variedade de Rabanete Comet foi cultivada em vasos e a condução da irrigação foi por meio de tensiômetros. Obteve-se imagens das plantas em cinco diferentes momentos, durante o ciclo da cultura, para obtenção da fração de cobertura (F_c) e, ao fim do ciclo, obteve-se imagens das folhas para obtenção do IAF. Posteriormente, para processamento das fotos, utilizou-se o *Software* ImageJ. Foi observado uma maior F_c nos tratamentos a 8 kPa, com e sem cobertura, e observou-se um crescimento ao longo do ciclo com melhor ajuste cúbico aos dados médios. Na análise do IAF foi constatada diferença significativa entre as diferentes tensões de água aplica, e o tratamento com mulch plástico preto a 8 kPa forneceu as melhores condições para o desenvolvimento, diferindo estatisticamente do tratamento sem cobertura, podendo concluir que a combinação de umidade próxima à umidade na capacidade de campo (5 kPa) com cobertura do solo favoreceu o desenvolvimento da planta.

PALAVRAS-CHAVE: Imagem digital, índice de área foliar, fração de cobertura.

USE OF THE IMAGEJ SOFTWARE IN THE ESTIMATION OF VEGETABLE VARIABLES IN THE PRODUCTION OF RADISH SUBMITTED AT DIFFERENT SOIL WATER TENSION AND MULCH

ABSTRACT: This study aimed to analyze the fraction of soil cover (f_c) and leaf area index through processed digital images by ImageJ Software, in the cultivation of radish under different water tension and mulch. The experiment was conducted in a greenhouse at UFLA-MG. The experimental design was completely randomized in a 4x3 factorial scheme, with four soil water tension (8 kPa, 12 kPa, 20 kPa and 50 kPa) and two mulch types (without mulch and

black plastic mulching) and with four replicates. The variety of Radish (Rabanete Comet) was cultivated in pots and the conduction of irrigation was by means of tensiometers. Plant images were obtained at five different times during the crop cycle to obtain the coverage fraction (Fc) and, at the end of the cycle, leaf images were obtained to obtain the LAI. Subsequently, for the processing of the photos, the ImageJ Software was used. A higher Fc was observed in the treatments at 8 kPa, with and without cover, and a growth was observed along the cycle with better cubic adjustment to the average data. In the IAF analysis, a significant difference was observed between the different water tension applied, and the treatment with black plastic mulch at 8 kPa provided the best conditions for the development, differing statistically from the treatment without cover and could conclude that the combination of near humidity to moisture in the field capacity (5 kPa) with mulch favored the development of the plant

KEYWORDS: Digital image; Leaf area index; Coverage fraction.

INTRODUÇÃO: O uso de imagens digitais obtidas por câmeras na análise das plantas vem crescendo nos últimos anos. De acordo com Barbosa et al. (2016), os primeiros trabalhos datam do ano de 1980 e as publicações aumentaram significativamente nos últimos anos. Devido a evolução tecnológica, as câmeras digitais permitem a aquisição de imagens com elevada eficiência e qualidade. No entanto, é imprescindível o uso de programas computacionais de qualidade e técnicas adequadas para o processamento das imagens. De acordo com Martin et al. (2013) o *Software* ImageJ, disponibilizados gratuitamente, pode ser usado em substituição ao método de integrador de área foliar (método destrutivo). Sendo assim, neste estudo objetivou-se analisar a fração de cobertura do solo (Fc) ao longo do ciclo e o índice de área foliar (IAF) na colheita por meio de imagens digitais processadas pelo *Software* ImageJ, no cultivo do rabanete sob diferentes tensões de água no solo e cobertura.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada na UFLA, Minas Gerais, Brasil. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial de 4x3, sendo quatro na tensão de água no solo (8 kPa, 12 kPa, 20 kPa e 50 kPa) e dois tipos de cobertura (sem cobertura e mulching plástico preto). A variedade de Rabanete Comet foi cultivada em vasos de 23 cm de diâmetro, cada vaso recebeu quatro plantas espaçadas com 10 cm entre plantas. O solo utilizado foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico. Diante da análise química, adubou-se conforme as recomendações de Trani (2013) para a cultura. Na adubação de plantio foi aplicado 200 mg kg⁻¹ (superfosfato simples) e 50 g vaso⁻¹ de adubo orgânico provaso®. Irrigou-se manualmente e a tensão de água no solo foi determinada por meio de tensiômetros. Por meio de câmera fotográfica, obteve-se imagens dos vasos à distância de 1m (Figura 1A), para cálculo, por meio do *Software* ImageJ, da área de projeção da copa e, posteriormente, cálculo da fração de cobertura (Fc). Foram realizadas cinco avaliações conforme as seguintes datas: 28/10/2018; 3/11/2018; 6/11/2018; 10/11/2018 e 18/11/2018. Ao fim do ciclo da cultura, realizou-se a colheita e, por meio de um dispositivo (Figura 1B), de dimensões definidas, obteve-se imagens das folhas de cada planta (Figura 1C), posteriormente analisadas por meio do *Software* ImageJ.

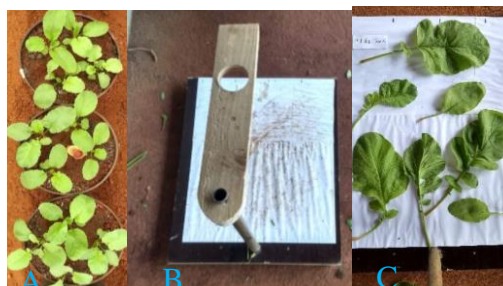


Figura 1. (A) Imagens dos vasos obtidas pela câmera para obtenção da área da projeção da copa; (B) dispositivo utilizado para fotografar as folhas a uma distância padrão; (C) imagens das folhas de uma planta.

A análise e estimativa da área de projeção da copa e a área foliar foi realizada por meio do *Software ImageJ*, disponível gratuitamente via internet. Medidas conhecidas como o diâmetro do vaso e marcações no dispositivo foram utilizadas para calibração do *Software*. Foram realizados ajustes na configuração para facilitar o processamento (Figura 2).

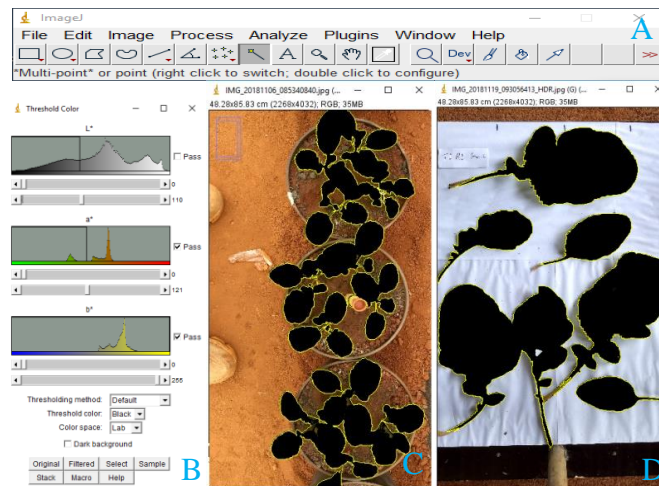


Figura 2. (A) Interface do *Software ImageJ*; (B) Ajustes para obtenção da área; (C) Cálculo da área de projeção da planta; (D) Cálculo da área foliar da planta.

A fração de cobertura do solo pelo dossel da planta (F_c) foi estimada pela relação da área de projeção calculada pelo *Software ImageJ* e a área útil de cada planta (A_u). O índice de área foliar foi estimado pela área foliar calculada pelo *Software ImageJ* e a A_u . Os dados foram submetidos às análises estatísticas no *Software Sisvar*, versão 4.6 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Tendo em vista a alta precisão e exatidão do *Software ImageJ* quando comparado com os integradores de área foliar como, por exemplo, o LI3100 LICOR (Rios, 2012; Martin et al. 2013) os dados foram processados por esse programa e posteriormente analisados. Na Figura 3 estão dispostos a evolução da fração de cobertura (F_c) durante o ciclo da cultura. As curvas de desdobramento da F_c , para cada lâmina, em ambas coberturas testadas, tiveram ótimos ajustes, com melhor ajuste cúbico aos dados médios. Observa-se que os valores de F_c , para as diferentes tensões de água, não tiveram diferença entre os valores, até a segunda avaliação, 12 dias após o plantio (DAP), a partir desse momento os valores de F_c começaram a diferenciar conforme o tratamento, sendo que a L1 (8 kPa) obteve ao fim do ciclo os maiores valores, nos tratamentos sem cobertura e com mulching preto.

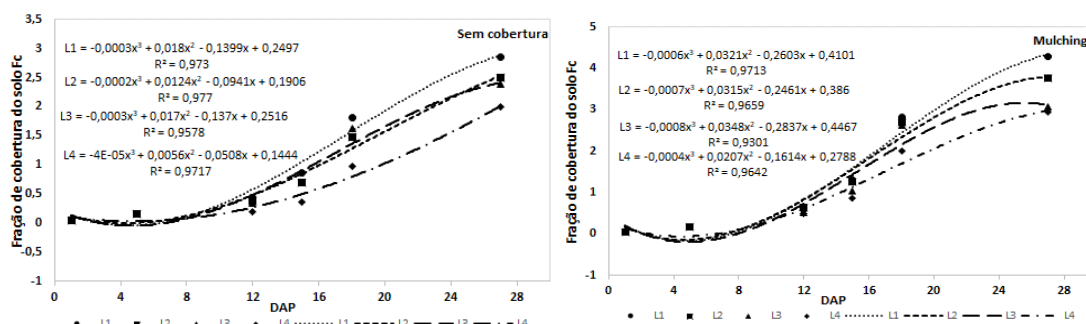


Figura 3. Curvas ajustadas aos valores médios da fração de cobertura do solo (Fc) para cada lâmina de água aplicada e tipo cobertura, durante o ciclo, em dias após o plantio (DAP).

Constatou-se que, ao fim do ciclo da cultura, a combinação do mulch plástico preto com a irrigação próxima à capacidade de campo (5 kPa) resultou em elevado IAF. No entanto as tensões de água no solo 8 kPa, 12 kPa e 20 kPa não diferenciaram significativamente dentro do tratamento com mulch. Não foi observado diferença significativa entre as tensões de água aplicada dentro do tratamento sem cobertura (Tabela 1). Foi observado na Fc (28 DAP) um comportamento similar ao IAF, com valores de Fc maiores nos tratamentos com mulch plástico preto e em condições de baixa tensão de água no solo. Foi constatado diferença significativa, a 8 kPa, entre os tratamentos com mulch plástico preto e sem cobertura.

TABELA 1. Efeito do mulch e da irrigação sobre índice de área foliar no cultivo do rabanete (*Raphanus sativus* L.)

cobertura	Tensão de água no solo			
	8 kPa	12 kPa	20 kPa	50 kPa
Sem cobertura	3,13Ab	2,54Ab	3,16Aa	2,52Aa
Mulch plástico preto	5,13Aa	4,14ABa	3,60ABa	2,65Ba
C.V. (%)	20,9			

Diferentes letras maiúsculas na mesma linha indicam diferença significativa; diferentes letras minúsculas na mesma coluna indicam diferença significativa; teste Tukey (P<0,05); C.V.: coeficiente de variação.

A influência positiva, sobre o IAF, da combinação de irrigação mantendo a umidade do solo próxima à umidade na capacidade de campo com cobertura plástica vem sendo observado na literatura. Carmichael et al. (2012) observaram maiores valores de IAF no cultivo do rabanete em condições de cultivo com mulch (preto e grama) e umidade próxima à umidade na capacidade de campo. O mulch cria condições que favorece a permanência da umidade no solo, diminuindo a evaporação, além de diminuir a incidência de ervas daninhas, prejudiciais ao crescimento da cultura.

CONCLUSÕES: Os valores obtidos por meio do *Software* ImageJ foram coerentes e próximo aos valores encontrados na literatura. A combinação de mulch e a umidade do solo sempre próxima à capacidade de campo resultaram em um maior IAF e Fc.

AGRADECIMENTOS: À Universidade Federal de Lavras – UFLA, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA J. Z., et al. Uso de imagens digitais obtidas com câmeras para analisar plantas. *Revista de Ciências Agrárias*, 39(1): 15-24, 2016
- CARMICHAEL P. C. et al. Effect of Mulch and Irrigation on Growth, Yield and Quality of Radish (*Raphanus sativus* L.) in a Semi-Arid Sub-Tropical Environment. *Asian Journal of Agricultural Sciences* 4(3): 183-187, 2012.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- RIOS, G. F. A. **Resposta fitotécnica e econômica da mamoneira à irrigação em cultivo de safrinha**. 2012. 199p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.
- TRANI, Paulo E. et al. Adubação orgânica de hortaliças e frutíferas. **Campinas: IAC**, 2013.