

Determinação do volume foliar de plantas de citros com a utilização do sensor Lidar para a redução do volume de pulverização de produtos fitossanitários

Ronaldo Porto Madureira¹; Mauri Martins Teixeira²; Haroldo Carlos Fernandes³; André Luíz da Silva Quirino⁴; Robson Ricardo Damiano Teixeira⁵

¹Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal de Viçosa, ronaldomadureira22@yahoo.com.br, (31) 3899-2729

²Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal de Viçosa, mauriufv@gmail.com, (31) 3899-2729

³Engenheiro Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, haroldo@ufv.br, (31) 3899-2729

⁴Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal de Viçosa, andrelquirino@yahoo.com.br, (31) 3899-2729

⁵Engenheiro Florestal, Universidade Federal de Viçosa, robson.damiano@ufv.br, (31) 3899-2729

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: Com o propósito de adequar o volume de pulverização em função do volume do dossel de plantas frutíferas utilizando-se a técnica do TRV é necessário realizar inúmeras medições de altura, diâmetro da copa e o espaçamento entre linhas. Em uma área de produção de citros ocorre alta variabilidade espacial do dossel das plantas. Logo, dependendo da dimensão da área de produção, pode-se tornar um trabalho muito oneroso, demorado e com certo grau de imprecisão. Uma nova tecnologia tem como propósito auxiliar na determinação do volume foliar para cada planta frutífera individualmente. Trata-se do sensor Lidar, sigla para o termo em inglês Light Detection And Ranging – sensor laser para detecção da variação da luz. O trabalho teve como objetivo avaliar diferentes distâncias e velocidades de operação do conjunto trator-Lidar na determinação do volume do dossel das plantas de citros. A técnica de mensuração do volume do dossel das plantas de citros com a utilização do conjunto trator-Lidar foi capaz de individualizar o volume das plantas. O conjunto trator-Lidar mostra-se como uma potencial ferramenta na realização das pulverizações a taxa variável em plantas de citros.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura de precisão, Tecnologia de aplicação, Taxa variável.

Determination of the leaf volume of citrus plants using the Lidar sensor to reduce the spray volume of plant protection products

ABSTRACT: With the purpose of adjusting the spray volume according to the canopy volume of fruit plants using the TRV technique it is necessary to perform numerous measurements of height, crown diameter and line spacing. In a citrus production, area there is high spatial variability of the plant canopy. Therefore, depending on the size of the production area, it can be very costly, time-consuming and imprecision. A new technology is designed to aid in the determination of leaf volume for each fruit plant individually. This is the Lidar sensor, which stands for Light Detection and Ranging - a laser sensor for detection of light variation. The

objective of this work was to evaluate the different distances and operating speeds of the tractor-lidar assembly in determining the canopy volume of citrus plants. The technique of measuring the canopy volume of citrus plants with the use of the Lidar-tractor set was able to individualize the volume of the plants. The tractor-handle set is a potential tool in the performance of variable rate spraying in citrus plants.

KEYWORDS: Precision agriculture, Application technology, Variable rate.

INTRODUÇÃO: A partir da década de 90, com o início da agricultura de precisão, iniciaram pesquisas voltadas para a aplicação de produtos fitossanitários em quantidades necessárias as área de cultivo. A Técnica do Tree-Row-Volume (TRV), consiste em adequar o volume de calda para permitir uma melhor distribuição dos produtos fitossanitários aplicados nas plantas. Para os cálculos do TRV são necessárias as informações como espaçamento da cultura, largura e altura do dossel das plantas. Em uma área de produção de citros ocorre alta variabilidade espacial do dossel das plantas. Logo, para a utilização correta do método do TRV e adequação do volume de aplicação, existe a necessidade de realizar inúmeras medições de altura, diâmetro da copa e o espaçamento entre linhas. Neste sentido, dependendo da dimensão da área de produção, pode-se tornar um trabalho muito oneroso, demorado e com certo grau de imprecisão. Uma nova tecnologia tem como propósito auxiliar na determinação do volume foliar para cada planta frutífera individualmente. Trata-se do sensor Lidar – sigla para o termo em inglês Light Detection and Ranging – sensor laser para detecção da variação da luz. Alguns grupos de pesquisa vêm desenvolvendo protótipos de pulverizadores terrestres para adequar o volume de pulverização em função das variações nas características do dossel da planta utilizando sensores a laser ou ultrassônicos (ROSELL *et al.*, 2009 a, Rosell *et al.*, 2009 b). Objetivou-se com o trabalho avaliar diferentes distâncias e velocidades de operação do conjunto trator-Lidar na determinação do volume do dossel das plantas de citros.

MATERIAL E MÉTODOS: Os ensaios foram realizados nas dependências do Laboratório de Mecanização Agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. Para a realização do ensaio foi utilizado o trator Valtra Valmet, modelo 800 L e ao trator foi montado o sistema de mensuração do volume do dossel, composto pelo sensor Lidar e um Desktop. Para determinação do volume do dossel das plantas em função de diferentes distâncias do conjunto trator-Lidar para as plantas e de diferentes velocidades de deslocamento do conjunto, foram utilizadas três distâncias, sendo elas: 2, 3 e 4 metros de distâncias (Figuras 1) combinado a três velocidades de operação, 2,2; 2,9 e 4,69 km h⁻¹.



Figura 1. Conjunto Trator-Lidar para mensuração das plantas.

A fim de auxiliar no direcionamento correto das distâncias do conjunto trator-Lidar para as plantas de Laranjeiras, foram realizadas marcações das diferentes distâncias na superfície do terreno onde foi realizado o experimento. Duas plantas de Laranjeira foram utilizadas no experimento. Para cada planta foram feitas cinco leituras de mensuração para cada combinação de velocidade com distância. Para a determinação do volume foliar de plantas em tempo real foi utilizado um sistema de mensuração 2D baseado na tecnologia Lidar. O sistema é composto por um sensor de mensuração terrestre SICK LMS111. Este sensor realiza as mensurações em duas dimensões, ou seja, em um único plano, essa característica faz com que o sistema tenha um custo reduzido em comparação com os sistemas de mensuração em três dimensões. Os dados de leitura das plantas coletados pelo sensor Lidar foram enviados a um desktop através de cabo para transferência de dados tipo RS-232 e em um software computacional MatLab foi implementado um algoritmo para calcular o volume do dossel das plantas. O delineamento experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial 3 x 3 x 2 (velocidade de deslocamento x distâncias do conjunto trator-Lidar x plantas), com cinco repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo os efeitos dos tratamentos comparados pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. A análise foi realizada com o auxílio do programa estatístico SAEG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na tabela 1 são apresentados os resultados das mensurações dos volumes do dossel das plantas de Laranjeiras na diferentes distâncias e velocidades de deslocamento.

Tabela 1. Volume do dossel de Laranjeiras em função de diferentes velocidades de deslocamento e distâncias do Lidar ao tronco da planta

Vel. (km h ⁻¹)	Planta 1			Planta 2		
	Distâncias (m)					
	2	3	4	2	3	4
2,2	1,162 AaA	0,986 AbB	0,997 AbB	1,275 AcA	1,657 AbA	1,884 AaA
2,9	1,040 AaB	0,728 BbB	0,901 AaB	1,206 AbA	1,258 BbA	1,814 AaA
4,69	1,158 AaA	0,949 AbB	1,019 AabB	1,261AbA	1,802 AaA	1,895 AaA

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, letra minúscula na linha (comparando distância dentro de cada planta) e mesma letra maiúscula sublinhada na linha (comparando planta dentro de cada distância) não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Para a planta 1, na velocidade de 2,9 km h⁻¹ apresentou o menor valor de dossel da planta, nesta velocidade o volume do dossel apresentou um valor 25% menor que a média dos demais volumes do dossel das velocidades estudadas. O comportamento dos valores de volume do dossel para a planta 2 foi semelhante ao verificado na planta 1 quando se avaliou a velocidade em função das diferentes distâncias das plantas. A planta 2 apresentou diferença significativa somente para a distância de três metros. O menor valor de valor de dossel foi encontrado na velocidade de 2,9 km h⁻¹. Para esta velocidade foi obtido um valor 27,25% menor do que a média dos demais valores de dossel nas diferentes velocidades. Os resultados encontrados no presente trabalho diferem dos encontrados por Quirino (2014), o qual trabalhando também com o sensor Lidar em diferentes velocidades de avanço na mensuração do volume de plantas de café, não encontrou diferença significativa nos valores de volumes de dossel das plantas nas diferentes velocidades estudadas, mostrando assim que a velocidade de avanço não influencia no resultado da mensuração do volume das plantas de café. Analisando o parâmetro distância do sensor Lidar para as plantas na diferentes velocidades, para a planta 1, verifica-se que conforme a um aumento da distância ocorre uma diminuição moderada no volume do dossel, e que a distância de dois metros proporcionou o maior valor de volume do dossel da planta de

laranjeira. Para a planta 2, foi verificado que o aumento da distância resultou em maiores volumes do dossel, sendo observado os maiores volumes de dossel para a distância de quatro metros. Nesta planta foi notado maiores irregularidades no dossel, apresentando maiores clareiras (espaços vazios no dossel) e protuberâncias, irregularidades essas que induzem a mascarar o processo mensuração mais fidedigno em distâncias mais próximas as plantas. Esses efeitos de variação na mensuração do volume do dossel, podem ser explicados pelo fenômeno conhecido como “efeito de borda”, este fenômeno acontece quando o feixe emitido pelo sensor Lidar incide sobre a borda de uma superfície e parte do laser incide sobre a borda e a outra parte passa da distância da borda, assim o laser calcula uma distância média, sub estimando o valor do volume do dossel. Tal fenômeno também foi relato pelos autores Sanz-Cortiella *et al.* (2011) e Quirino (2014). Comparando os resultados de volume do dossel da planta 1 com a planta 2, vemos a capacidade do sensor Lidar em diferenciar com clareza o volume do dossel das diferentes plantas, notando se diferenças mais acentuadas na distância de quatro metros. Com o objetivo de obter informações acerca do volume do dossel de plantas arbóreas, foram conduzidos trabalhos, com diferentes velocidades de avanço, na cultura do citros. Rossel *et al.* (2009b) utilizaram as velocidades de 0,5; 1 e 1,5 Km h⁻¹ em planta de *Ficus*. Em cultura de uva, Llorens *et al.* (2011) trabalharam com uma velocidade de 4,5 Km h⁻¹ e Zhang e Grift (2012) testaram a velocidade de 1,5 Km h⁻¹ com forrageiras.

CONCLUSÕES: O sensor Lidar é capaz de determinar a variação do volume do dossel de Laranjeiras. Para a planta 2 o maior volume do dossel foi detectado na distância de 4 metros. Para a planta 1 o maior volume do dossel foi observado na distância de 2 metros.

REFERÊNCIAS

- LLORENS, J.; GIL, E.; LLOP, J.; ESCOLÀ, A. Variable rate dosing in precision viticulture: Use of electronic devices to improve application efficiency. **Crop Protection**. [s.l.], v. 33, p.239-248, mar. 2010. Elsevier BV.
- QUIRINO, André Luís da Silva. **Sensor laser para determinação eletrônica do volume foliar de plantas arbóreas em tempo real na pulverização de agrotóxicos**. 2014. 75 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.
- ROSELL, J.R., LLORENS, J., SANZ, R., ARNÓ, J., RIBES-DASI, M., MASIP, J., ESCOLÀ, A., CAMP, F., SOLANELLES, F., GRÀCIA, F., GIL, E., VAL, L., PLANAS, S., PALACÍN, J.. Obtaining the three-dimensional structure of tree orchards from remote 2D terrestrial LIDAR scanning. **Agricultural and Forest Meteorology** v. 149, p. 1505–1515. 2009 a.
- ROSELL, J.R., SANZ, R., LLORENS, J., ARNÓ, J., ESCOLÀ, A., RIBES-DASI, M., MASIP, J., CAMP, F., GRÀCIA, F., SOLANELLES, F., PALLEJÀ, T., VAL, L., PLANAS, S., GIL, E., PALACÍN, J., A tractor-mounted scanning LIDAR for the non-destructive measurement of vegetative volume and surface area of tree-row plantations: a comparison with conventional destructive measurements. **Biosystems Engineering**. v.102, n. 2, p. 128–134. 2009 b.
- SAEG, Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.
- SANZ-CORTIELLA, R.; LLORENS-CALVERAS, J.; ROSELL-POLO, J. R.; GREGORIO-LOPEZ, E.; PALACIN-ROCA, J. Characterization of the LMS Laser Beam under the influence of blockage surfaces. Influence on 3D Scanning of tree orchards. **Sensors**. n.11, p.2751-2772. 2011.
- ZHANG, L.; GRIFT, T. E. A LIDAR-based crop height measurement system for *Miscanthus giganteus*. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 85, p. 70-76. 2012.