

ESTIMANDO E COMPARANDO COMPRIMENTOS DE OBJETOS CILÍNDRICOS POR MEIO DOS SISTEMAS WINRHIZO E SAFIRA

JOÃO DAVI MAYER¹; ALISSON FELIPE COELHO GARCIA^{2*}; JAQUELINE RISSA FRANCO³; ZITO PALHANO DA FONSECA⁴; ROSANE FALATE⁵;

¹Graduando em Engenharia de Computação, UEPG, Ponta Grossa-PR, joaodmayer@gmail.com;

²Mestrando em Computação Aplicada, UEPG, Ponta Grossa-PR, alissonfcg@gmail.com;

³Engenheiro de Computação, UEPG, Ponta Grossa-PR, jaquerifr@gmail.com;

⁴Ms. em Engenharia Elétrica e Professor, UEPG, Ponta Grossa-PR, zpfonseca@uepg.br;

⁵Dr. em Engenharia Elétrica e Informática Industrial e Professor, UEPG, Ponta Grossa-PR, rfalate@uepg.br

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: O uso de sistemas computacionais e de tecnologias de processamento de imagens na análise e avaliação de sistemas radiculares traz para o agronegócio mais agilidade e precisão para determinar a gestão de nutrientes necessários no plantio. Dentre esses sistemas, o WINRHIZO, como software comercial, e o SAFIRA, como software de uso livre disponibilizado pela EMBRAPA, são referências nacionais para a determinação de parâmetros radiculares de raízes lavadas. O objetivo deste trabalho foi adquirir imagens de amostras de fios de náilon com comprimentos pré-determinados (medidos), utilizar os sistemas WINRHIZO e SAFIRA para obter o comprimento total das amostras, e comparar os valores de comprimentos obtidos com estes sistemas com os valores medidos. As imagens foram adquiridas utilizando um Scanner Epson Perfection V800 PHOTO com resoluções de 300 dpi e 600 dpi. O sistema WINRHIZO resultou em erros entre 0,02% e 7,21% com relação aos valores medidos, enquanto que o SAFIRA apresentou os melhores resultados com erros entre 6,87% e 29,18% com relação aos valores medidos. Portanto, o software comercial mostra-se mais eficaz do que o software livre, além de possuir menos limitações, sendo o mais recomendado para a obtenção do comprimento de raízes lavadas.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema radicular, processamento de imagem, WINRHIZO, SAFIRA.

ESTIMATING AND COMPARING CYLINDRICAL OBJECT LENGTHS THROUGH THE WINRHIZO AND SAFIRA SYSTEMS

ABSTRACT: The use of computational systems and image processing technologies in the analysis and evaluation of root systems brings to agribusiness more agility and precision to determine the management of nutrients needed in a planting. Among these systems, WINRHIZO, as commercial software, and SAFIRA, as free-use software available by EMBRAPA, are national references for the determination of root parameters of washed roots. The aim of this work was to acquire images of nylon samples with pre-determined (measured) lengths, use the WINRHIZO and SAFIRA systems to obtain the total length of the samples, and compare the length values obtained with these systems with the measured values. The images were acquired using an Epson Perfection V800 PHOTO Scanner with resolutions of 300 dpi and 600 dpi. The WINRHIZO system resulted in errors between 0.02% and 7.21% in relation to the measured values, whereas SAFIRA presented the best results with errors between 6.87% and 29.18% in relation to the measured values. Therefore, commercial software is more efficient than free software, in addition to having fewer limitations, being the most recommended obtaining the length of washed roots.

KEYWORDS: Root system, image processing, WINRHIZO, SAFIRA.

INTRODUÇÃO

A grande maioria das áreas de esforço técnico atualmente é impactada em alguma forma pelo processamento digital de imagens (PDI), inclusive na área agrária, como em processos na análise de

imagens de sementes e na medição de raízes (Narendra & Hareesh, 2010), (Gonzalez & Woods, 2009). As raízes de plantas são influenciadas pelos fatores ambientais (Böhm, 1979) e a análise de sistemas radiculares tem sido empregada para eficientemente explorar o solo, tanto do ponto de vista ecológico quanto agrícola (Bouma et al., 2000).

As raízes separadas do solo e lavadas podem ser medidas por diversos métodos, desde manualmente, por linha de interseção (Tennant, 1975) até métodos mais sofisticados, com o uso de scanner e softwares de análise. Dentre os softwares mais utilizados para a análise de raízes destaca-se o sistema comercial WINRHIZO (Arsenault et al., 1995), da Regent Instruments Inc., pois se tornou um dos sistemas mais utilizados para fins de análise de imagens de raízes lavadas no cenário agrícola (Pierret et al., 2013). De acordo com o site do fabricante (Winrhizo, 1996), o WINRHIZO é um Sistema de análise de imagens desenvolvido especificamente para medidas de raízes, como medidas de comprimento, área, volume, entre outros. Para isso, utiliza-se de um software e de equipamentos de aquisição de imagens.

Outro sistema de medição de raízes é o SAFIRA, desenvolvido no Brasil pela Embrapa (Jorge & Rodrigues, 2008), cuja sigla é de Sistema de Análise de Fibras e Raízes. Esse é um sistema de distribuição gratuita, entretanto, pode apresentar alguns pontos limitantes, como baixa interatividade com o usuário, que dificulta sua utilização; necessidade de manipulação das imagens, que pode ocasionar alterações nos resultados; e a não disponibilização do cálculo total das medições dos elementos de uma análise (Name, 2013).

Esse trabalho tem como objetivo adquirir imagens de amostras de fios de náilon com comprimentos pré-determinados (medidos), utilizar os sistemas WINRHIZO e SAFIRA para obter o comprimento total das amostras, e comparar os valores de comprimentos obtidos com estes sistemas com os valores medidos.

MATERIAL E MÉTODOS

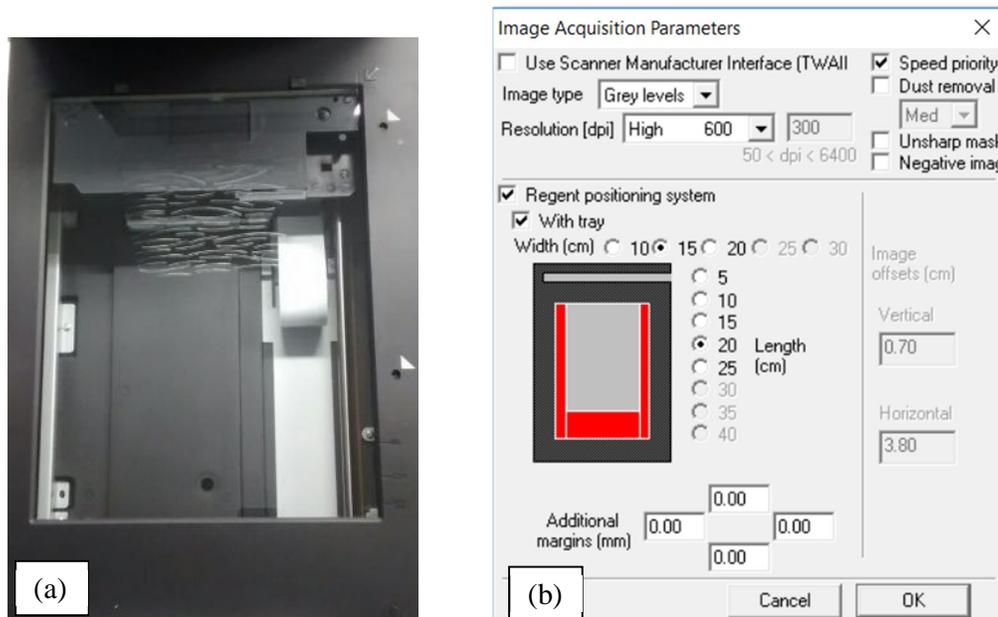
As amostras utilizadas neste trabalho são fios de náilon de diferentes espessuras e comprimentos (Maruyama, 2016). Para esse experimento, utilizaram-se dois diâmetros, 0,25 mm e 0,3 mm, e quatro comprimentos diferentes, 1000 mm, 2000 mm, 3000 mm e 4000 mm para cada diâmetro, resultando, no total, em oito amostras de fios de náilon. As amostras foram confeccionadas em náilon devida a dificuldade em obter e manter amostras de raízes reais para experimentos, além de terem o formato cilíndrico, aproximação geométrica usada para as raízes (Smit et al., 2000), (Schenk & Barber, 1979), (Maruyama, 2016). Adicionalmente, usando-se amostras com dimensões conhecidas, o comprimento medido torna-se referência para comparação dos comprimentos obtidos com os sistemas WINRHIZO e SAFIRA.

Para a realização da análise de amostras usando o sistema WINRHIZO, inicialmente foi necessário preparar o scanner fornecido juntamente com software WINRHIZO, um scanner da marca Epson, modelo Perfection V800 Photo, para minimização de resíduos que pudessem gerar erros na análise. Isso foi feito limpando o scanner com álcool 70%. Então, as amostras, uma por vez, foram dispostas na superfície do scanner de modo que os fios não ficassem sobrepostos, Figura 1(a). Em seguida, a tampa do scanner foi fechada, de modo que a aquisição das imagens não fosse significativamente influenciada por iluminações externas. A aquisição das imagens foi feita diretamente através do software do sistema WINRHIZO, e com os seguintes parâmetros de aquisição: prioridade em velocidade (*speed priority*), imagens em tons de cinza, resolução (300 dpi ou 600 dpi) e sistema de posicionamento via bandeja (*tray*) de 20 cm. A Figura 1(b) apresenta a janela do sistema com os parâmetros mencionados e resolução de imagem fixada em 600 dpi.

Foram produzidas duas imagens por amostra, uma com resolução de 300 dpi e outra com resolução de 600 dpi, que foram armazenadas em formato .TIF, pois esse formato é o padrão ao utilizar o sistema WINRHIZO para aquisições e, para a preservação de dados, reduzindo a presença de ruídos nas imagens digitalizadas.

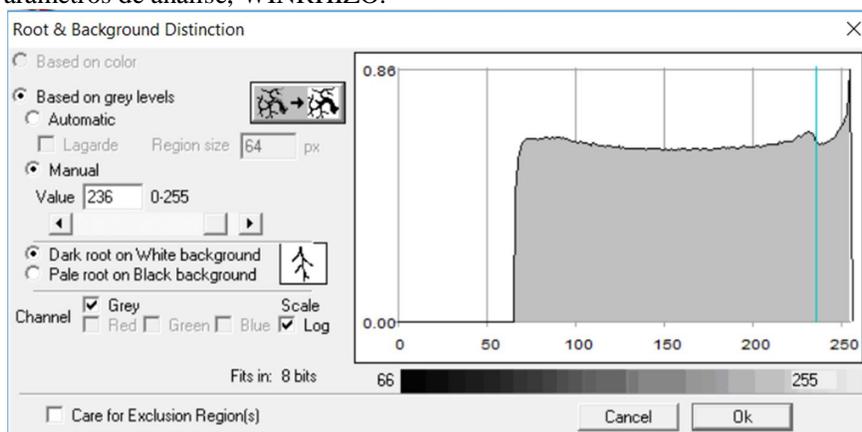
Para cada imagem foi separada a região de análise, com imagens das amostras de fios de náilon, das áreas em branco, ou seja, das áreas digitalizadas que não possuíam imagens das amostras. Então, utilizou-se o software do sistema WINRHIZO para realização da análise de cada imagem. Para isso, foi utilizada a opção de análise baseada em tons de cinza, assim como a opção de imagem de fundo branco e raízes escuras, em conformidade com as imagens produzidas.

Figura 1. (a) Exemplo de amostra disposta na superfície do scanner e (b) parâmetros de aquisição de imagens com o sistema WINRHIZO.



Para a segmentação das imagens foi selecionado o limiar 236, por meio do software do sistema WINRHIZO, com limiarização manual, Figura 2, que foi o que se mostrou o mais preciso no levantamento dos dados.

Figura 2. Parâmetros de análise, WINRHIZO.



A partir das imagens adquiridas pelo sistema WINRHIZO, deu-se início ao processo de análise das mesmas através do software SAFIRA. As imagens utilizadas com o SAFIRA foram as originalmente obtidas pelo scanner e WINRHIZO sem recortes, pois o SAFIRA possui um filtro que descarta quaisquer objetos na imagem com área inferior aos objetos da aplicação. O software SAFIRA não oferece suporte para arquivos do tipo .TIF, então foi necessário converter as imagens do formato .TIF para .JPG, que foi feito com o uso da ferramenta web chamada Online Converter (IMAGE, 2012).

A análise pelo SAFIRA foi realizada de duas maneiras diferentes: na primeira, utilizou-se a ferramenta de escala disponível no software, onde a escala dimensionada foi a largura da imagem, igual a 15 cm. A limiarização também foi manual, com o limiar escolhido igual a 252, que se mostrou o mais preciso no levantamento dos dados. Os resultados produzidos com o SAFIRA são separados

por objetos encontrados na imagem, denominados “fibras” pelo software, e pelo número de diâmetros encontrados, tornando necessária a soma de todos os valores para obter o comprimento total.

A segunda maneira de análise com o SAFIRA foi sem a utilização da ferramenta escala. Assim, as imagens originais, passaram pelo processo de limiarização, filtragem e resultados, como no processo anterior, porém não foi dimensionada uma escala com relação a largura da imagem em centímetros. Embora os valores de comprimento apresentados pelo SAFIRA sejam com seis casas decimais, optou-se em apresentar os valores com três casas decimais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pelo WINRHIZO e pelo SAFIRA de cada uma das oito amostras estão representados na Tabela 1. Amostras com diâmetros de 0,25 mm possuem nomes de amostras iniciadas pelo número 2, e amostra com diâmetros de 0,30 mm possuem nomes de amostras iniciadas pelo número 3.

Tabela 1. Comprimentos obtidos com os sistemas WINRHIZO e SAFIRA (análise com escala).

Amostra	Medido Comprimento (mm)	WINRHIZO		SAFIRA (com escala)		SAFIRA (sem escala)	
		Comprimento (mm)	Erro (%)	Comprimento (mm)	Erro (%)	Comprimento (mm)	Erro (%)
2U_300dpi	1000	1009,231	0,92	1187,801	18,78	1117,477	11,75
2U_600dpi	1000	1072,104	7,21				
2U2_300dpi	2000	2035,098	1,75	2430,804	21,54	2156,869	7,84
2U2_600dpi	2000	2110,287	5,51				
2U3_300dpi	3000	3063,761	2,13	3597,311	19,91	3206,132	6,87
2U3_600dpi	3000	3147,427	4,91				
2U4_300dpi	4000	4054,535	1,36	5068,140	26,70	4519,894	13,00
2U4_600dpi	4000	4152,287	3,81				
3U_300dpi	1000	1011,667	1,17	1202,165	20,22	1071,439	7,14
3U_600dpi	1000	1010,987	1,10				
3U2_300dpi	2000	1999,642	-0,02	2913,614	45,68	2583,625	29,18
3U2_600dpi	2000	2012,638	0,63				
3U3_300dpi	3000	3026,514	0,88	4016,025	33,87	3572,513	19,08
3U3_600dpi	3000	3046,008	1,53				
3U4_300dpi	4000	3988,273	-0,29	5466,607	36,67	4862,900	21,57
3U4_600dpi	4000	4021,572	0,54				

Os resultados obtidos através do sistema WINRHIZO podem ser considerados satisfatórios, uma vez que os percentuais de erro não ultrapassaram 7,21% e foi possível realizar a análise de todas as imagens, de ambas as resoluções propostas.

Parte dos resultados obtidos através do software SAFIRA com a utilização da ferramenta escala se aproximaram do tamanho real das amostras, entretanto, em comparação com os resultados do sistema WINRHIZO, os percentuais de erro foram maiores, variando entre 18,78% e 45,68%. Além de resultados inferiores, o SAFIRA apresentou diversas limitações no período de sua utilização como: limitações de utilização de memória e nas funcionalidades de zoom, escala e limiarização, que resultaram no impedimento da análise das imagens com resolução de 600 dpi. O software também se mostrou incapaz de dar suporte a formatos de arquivo .TIF e .BMP, sendo assim necessária a conversão das imagens para .JPG.

Os resultados obtidos através do software SAFIRA sem a utilização da ferramenta escala apresentaram-se melhores do que com a utilização do recurso, neste caso, com erros variando entre 6,87% e 29,18%. Apesar de melhores do que a primeira análise, pode-se dizer que ainda são inferiores aos resultados obtidos pelo software WINRHIZO.

CONCLUSÃO

Este trabalho realizou a comparação entre dois sistemas de medidas de parâmetros do sistema radicular plantas, em raízes lavadas, mais utilizados no Brasil, o WINRHIZO e o SAFIRA. A partir

dos resultados obtidos com amostras simuladas de raízes (fios de náilon), verificou-se que o sistema gratuito, além de apresentar limitações computacionais, apresenta maiores erros de medida de comprimento, entre 6,87% e 29,18%, em comparação com o software comercial, com erros entre 0,02% e 7,21%. Entretanto, a maior limitação do sistema comercial é o custo, em torno de R\$ 15.000,00, o que limita o acesso à ferramenta.

O uso de sistemas baseados em processamento de imagens facilita a avaliação do sistema radicular de plantas que, de outra forma, é demorada, exaustiva, e frequentemente, não fornece a acurácia necessária. Portanto, é imperativo desenvolver uma ferramenta computacional nacional, gratuita e atualizada, e com desempenho similar ao comercial, para auxiliar na área agrícola.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi parcialmente financiado pela Fundação Araucária, Convênio FA - 240/2014 Protocolo: 38676.413.40883.17042013.

REFERÊNCIAS

- Arsenault, J. L.; Poulcur, S.; Messier, C.; Guay, R. WinRhizoTM, a Root-measuring System with a Unique Overlap Correction Method. *HortScience*, Alexandria, v. 30, p. 906, 1995.
- Böhm, W. *Methods of Studying Root Systems*. Springer Science & Business Media, 1979, 188 p.
- Bouma, T. J.; Nielsen, K. L. Nielsen; Koutstaal, B. Sample preparation and scanning protocol for computerised analysis of root length and diameter. *Plant and Soil*, v. 218, p. 185–196, 2000.
- Gonzalez, R. C.; Woods, R. E. *Processamento de Imagens Digitais*. 3 ed. São Paulo: Pearson, 2009, 624 p.
- IMAGE converter to JPG. Online-Convert.com. 2012. Disponível em: <https://image.online-convert.com/convert-to-jpg/>. Acesso em: 30 de maio de 2018.
- Jorge, L. A. C.; Rodrigues, A. F. O. Safira: sistema de análise de fibras e raízes. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Instrumentação Agropecuária*. São Carlos, n. 24, 2008, 21 p.
- Maruyama, T. M. Avaliação do comprimento e diâmetro radicular da cultura do milho por meio de técnicas de processamento digital de imagens. 117f. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada). Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2016.
- Name, M. H. Método Computacional para Avaliação do Crescimento Radicular da Cultura da Soja. 62f. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada). Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2013.
- Narendra, V. G.; Hareesh, K. S. Quality inspection and grading of agricultural and food products by computer vision – A review. *International Journal of Computer Applications*, v. 2, n. 1, p. 43-65, 2010.
- Pierret, A.; Gonkhamdee, S.; Jourdan, C.; Maeght, J. IJ_Rhizo: An open-source software to measure scanned images of root samples. *Plant Soil*, v. 373, n. 1-2, p. 531-539, 2013.
- Schenk, M. K.; Barber, S. A. Root Characteristics of Corn Genotypes as Related to P Uptake. *Agronomy Journal*, v. 71, n. 6, p. 921-924, 1979.
- Smit, A. L.; Bengough, A. G.; Engels, C.; Van Noordwijk, M.; Pellerin, S.; Van De Geijin, S. C. *Root Methods: A Handbook*. Berlin: Springer-Verlag, 2000. 594p.
- Tennant, D. A Test of a Modified Line Intersect Method of Estimating Root Length. *Journal of Ecology*, v. 63, n. 3, p. 995-1001, 1975.
- Winrhizo. Winrhizo is a complete plant root measurement and analysis systems for agricultural and forestry research. 1996. Disponível em: http://regent.qc.ca/assets/winrhizo_about.html. Acesso em 30 de maio de 2018.