

## Sistema radicular de girassol em função do tráfego de trator agrícola<sup>(1)</sup>.

Fábio Régis de Souza<sup>(2)</sup>; Edgard Jardim Rosa Junior<sup>(2)</sup>; Carlos Ricardo Fietz<sup>(4)</sup>; Yara Brito Chaim Jardim Rosa<sup>(2)</sup>; Anderson Cristian Bergamin<sup>(5)</sup> Jeferson Sarate de Melo<sup>(6)</sup>;

<sup>(1)</sup> Parte da tese de doutorado do primeiro autor, apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD.

<sup>(2)</sup> Professor Adjunto do Centro Universitário da Grande Dourados-UNIGRAN, Dourados, MS, e-mail [fabioagronomo@yahoo.com.br](mailto:fabioagronomo@yahoo.com.br);

<sup>(3)</sup> Professor Associado da Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD, Dourados, MS.

<sup>(4)</sup> Pesquisador Carlos Ricardo Fietz da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

<sup>(5)</sup> Professor Assistente da Universidade Federal do Amazonas-UFAM, Humaitá, AM.

<sup>(6)</sup> Acadêmico do curso de agronomia do Centro Universitário da Grande Dourados, MS.

**RESUMO:** As alterações nos atributos físicos do solo podem induzir a compactação, promovendo mudanças no comportamento do desenvolvimento e crescimento do sistema radicular. O objetivo deste trabalho foi avaliar características morfológicas da raízes da cultura do girassol submetido a diferentes intensidades de tráfego de um trator agrícola e sistemas de manejo do solo. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 4, com quatro níveis de tráfego de trator agrícola (testemunha, um tráfego, três tráfegos e seis tráfegos) submetidos a quatro manejos (testemunha, gradagem, subsolagem três meses após a indução a compactação e subsolagem sete meses após a indução a compactação) com três repetições. As características morfológicas da raiz avaliadas foram comprimento, área e diâmetro ponderado da raiz. Os resultados obtidos evidenciam que o tráfego de trator reduziu a área e diâmetro de raiz em camadas mais superficiais e promoveu aumento no comprimento radicular em camadas mais profundas.

**Termos de indexação:** Qualidade física do solo, atributos físico-hídrico, trafegabilidade.

### INTRODUÇÃO

No Brasil a cultura foi trazida por colonos europeus, no final do século XIX. Em 1998, por iniciativa de indústrias e cooperativas ligadas ao setor de óleos vegetais, e neste século, a partir de 2003, com o Programa Nacional do Biodiesel, o girassol voltou a constar na pauta de oleaginosas destinadas a alimentação humana e à energia veicular (UNGARO, 2009).

A área cultivada no Brasil na safra 2011/2012 foi estimada em 75,5 mil hectares, com produtividade média de 1.494 kg ha<sup>-1</sup> e produção nacional estimada em 112,8 mil toneladas, sendo

Mato Grosso do Sul o quarto maior produtor nacional (CONAB, 2012).

Um dos fatores que podem contribuir para redução da produtividade do girassol é a compactação do solo. A degradação do solo induzida por sua compactação afeta cerca de 68 milhões de hectares de terras a nível mundial (LOWERS & LAL, 1998). A maior parte dos problemas da compactação do solo na agricultura moderna é causada pelo tráfego de veículos (ALAKUKKU, 1996; LOWERS & LAL, 1998).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o as características morfológicas do sistema radicular do girassol cultivado na safrinha submetido a tráfego e sistemas de manejos do solo.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na área experimental de Agronomia do Centro Universitário da Grande Dourados - UNIGRAN, localizada no município de Dourados, MS. O clima da região é do tipo Am de Köppen (Tropical Monçônico), com precipitação média no mês mais seco de 49 mm e anual de 1.455 mm e temperatura no mês mais frio inferior a 18°C e no mais quente superior a 22 °C.

O solo foi um Latossolo Vermelho distroférrico segundo (Embrapa, 2006), cuja composição granulométrica, determinada pelo método da pipeta Claessen, (1997) foi 640 g kg<sup>-1</sup> de argila, 208 g kg<sup>-1</sup> de silte e 152 g kg<sup>-1</sup> de areia nos primeiros 0,20 m. As características químicas foram: pH (H<sub>2</sub>O) = 6,3; Ca<sup>2+</sup> = 8,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 3,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup> = 0,10 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al<sup>3+</sup> = 4,58 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P = 7,6 mg dm<sup>-3</sup>; K = 1,8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e MO = 37 g kg<sup>-1</sup> (CLAESSEN, 1997).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, arranjos em esquema fatorial 4 x 4 (quatro níveis de compactação induzida e quatro manejos para promover a descompactação do solo) com 3 repetições, totalizando 48 parcelas.

Os tratamentos foram quatro intensidades de tráfego: Testemunha (condição atual, sem compactação adicional), com compactação adicional com um tráfego do trator, com três tráfegos do trator e com seis tráfegos do trator. O outro fator foram os manejos com premissa de ação de descompactação, sendo testemunha (sem manejo), gradagem (grade), subsolagem realizada três meses após a implantação dos tratamentos de compactação (SUB I) e subsolagem realizada sete meses após a implantação dos tratamentos de compactação (SUB II). As parcelas mediram 5 m de comprimento e 3,5 m de largura, possuindo uma área total de 17,5 m<sup>2</sup>. Para avaliação deste trabalho considerou apenas o efeito isolado do fator tráfego de um trator agrícola.

A indução à compactação do solo foi realizada em 26 de março de 2010, dois dias após intensa precipitação pluvial, quando o solo possuía um conteúdo de água de muito próximo a capacidade de campo na camada de 0,0-0,20 m de profundidade, determinado conforme proposto em (CLAESSEN, 1997).

Foi utilizado um trator agrícola John Deere 6800 (125 cv), com rodado de pneus diagonais e massa total de 6,8 Mg, com pressão interna de 82,8 kPa de ar nos pneus traseiros (23.1 – 30 95) e 75,8 kPa nos pneus dianteiros (14.9 – 26 12), sendo 39,5% da massa do trator distribuída no eixo dianteiro e 60,5% no eixo traseiro. A compactação foi realizada por meio da passagem lado a lado deste trator, perfazendo toda a superfície da parcela de forma que os pneus comprimissem áreas paralelas entre si. O número de vezes que a máquina trafegou variou conforme o tratamento, sendo que o tráfego foi sobreposto ao anterior, de forma que toda área das parcelas fosse trafegadas com número igual de vezes.

Os manejos do solo foram realizados com subsolagem e grade. A gradagem foi realizada com um grade de arrasto com 16 discos de corte com diâmetro de 26" passando-se de tal forma a perfazer toda a superfície da parcela. Esta operação foi realizada três meses após a compactação induzida pelo tráfego de trator agrícola, posteriormente foi realizada uma gradagem com grade niveladora com 36 discos de diâmetro de 18", sendo esta realizada uma semana antes da semeadura da cultura cultivada na safra.

Uma subsolagem (SUB I) foi em junho de 2010 e a outra em outubro de 2010 (SUB II). O subsolador utilizado apresentava as seguintes características: subsolador montado, com haste curva, ponteira sem asa de 0,07 m de largura, com cinco hastes espaçadas de 0,4 m e profundidade de trabalho de 0,5 m. Posteriormente foi realizada uma gradagem com

grade niveladora com 36 discos de diâmetro de 18".

A cultura utilizada para avaliar o efeito da compactação e dos manejos adotados foi o girassol cultivar Embrapa 122. O estande utilizado para o espaçamento de 0,90 m foi de, aproximadamente, 66.000 plantas por hectare. O girassol foi semeado em 19 de março de 2011. A adubação de base realizada foi de 200 kg há<sup>-1</sup> da fórmula 04-14-08. No início da floração foi realizada aplicação do adubo foliar CalBor que possui em sua formulação 107,2 g l<sup>-1</sup> de Cálcio e 26,8 g l<sup>-1</sup> de Boro, na dosagem de 5 l há<sup>-1</sup>.

Morfologia radicular: As determinações do sistema radicular foram realizadas quando as plantas de girassol estavam no estágio fenológico R6 (antese). Em cada parcela foi aberta uma trincheira transversal a uma linha de cultivo, onde a parede vertical da trincheira ficou a 0,05 m da planta de girassol, expondo a raiz, que foi escolhida aleatoriamente, de maneira que representasse o conjunto de plantas da unidade experimental. Após a exposição das raízes em uma seção transversal à linha de cultivo e próxima ao eixo da planta, o perfil foi dividido em quadrículas de 0,05 m, com auxílio de uma malha de 0,9 x 0,4 m colocada em pleno contato com o solo (Figura 1). Efetuou-se, então, a fotografia do perfil com uma câmera digital (12 megapixels) a uma distância de 1,0 m.

Após a captação, a imagem, foi segmentada com a técnica de limiarização (*thresholding*). Após foi realizada a esqueletonização que é utilizada para obter o esqueleto de uma região através do seu afinamento.

O método de esqueletonização adotado foi o de Zhang & Suen (1984). Posteriormente, as raízes foram analisadas nas profundidades de 0,0–0,05, 0,05–0,10, 0,10–0,15, 0,15–0,20, 0,20–0,25, 0,25–0,30, 0,30–0,35 e 0,35–0,40 m quanto a área superficial, comprimento e diâmetro ponderado. As análises foram realizadas com o programa computacional SIARCS 3.0 (JORGE & CRESTANA, 1996).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando os fatores avaliados foram significativos pelo teste F, foi aplicado o teste de média de Tukey ao nível de 5%, utilizando-se do programa computacional ASSISTAT (SILVA & AZEVEDO, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito significativo da interação entre tráfego e sistemas de manejo do solo, desta forma avaliou-se somente o efeito do fator tráfego de trator agrícola.

No Quadro 1 são apresentados os valores médios de comprimento, área de superfície e

diâmetro médio do sistema radicular do girassol em cada camada estudada.

Não foi possível avaliar estatisticamente as camadas de 0,30-0,35 e 0,35-0,40 devido à pequena ocorrência de raízes nestas profundidades. Isto permite inferir que estudos de manejo de irrigação para cultura do girassol, quando apresentarem sintomas de compactação do solo, devem ser realizados até a profundidade de 0,30 m, pois é onde se concentra 80% do sistema radicular.

Não houve efeito da interação entre os tratamentos para as características morfológicas da raiz. Observa-se que nas camadas 0,0-0,05, 0,20-0,25 e 0,25-0,30 m, não houve efeito significativo para nenhuma das características morfológicas da raiz de girassol (QUADRO 1).

Para característica morfológica área superficial houve diferença significativa apenas na camada 0,05-0,10 m em função do tráfego de trator (QUADRO 1). Nesta camada quando ocorreu aumento do tráfego de trator diminuiu a área de exploração do sistema radicular do girassol, causando a redução do contato íon-raiz e absorção de água.

O tráfego de trator promoveu a redução significativa do comprimento radicular nas camadas 0,10-0,15 e 0,15-0,20 m, divergindo de Goodman & Ennos (1999), que não observaram efeito significativo da compactação no comprimento de raiz. Sadras et al. (1989) comentam que as mudanças nos padrões vertical e horizontal da densidade de comprimento radicular na ontogenia, diminui exponencialmente o crescimento radicular de girassol em camadas mais profundas. É importante salientar que tanto área radicular quanto o comprimento concentraram-se longitudinalmente a 0,10 m para ambos os lados a partir do caule.

O diâmetro ponderado da raiz de girassol apresentou diferença significativa apenas na camada 0,05-0,10 m, reduzindo quando houve tráfego de seis vezes do trator. Goodman & Ennos (1999) observaram que o diâmetro basal das raízes de primeira ordem de crescimento lateral é maior no solo mais compactado. As pontas das raízes do girassol afinaram mais rapidamente e foram mais espessas no solo compactado. No entanto, apesar do aumento da espessura não houve alteração no peso das raízes.

Resultados obtidos mostram que as raízes de espécies de plantas diferem consideravelmente em sua capacidade de engrossar sob estresse (GOODMAN & ENNOS, 1999). Botta et al. (2006) observaram que a compactação do subsolo causou mudanças no sistema radicular do girassol e essas mudanças não promoveu benefícios no rendimento da cultura

## CONCLUSÕES

O tráfego de trator reduziu a área e diâmetro de raiz em camadas mais superficiais e promoveu aumento no comprimento radicular em camadas mais profundas

## REFERÊNCIAS

- ALAKUKKU, L. Persistence of soil compactos due to high axle load traffic. II-Long-Term Effects on the properties of fine-Textured and organic soils. *Soil And Tillage Research*, Amsterdam, v.37, n.4, p.223-238, 1996.
- BOTTA, G. F.; JORAJURIA, D.; BALBUENA, R.; RESSIA, M.; FERRERO, C.; ROSSATO, H.; TOURN, M. Deep tillage and traffic effects on subsoil compaction and sunflower (*Helianthus annus* L.) yields. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v. 91, p.164–172, 2006.
- CLAESSEN, M. C. E. Manual de métodos de análise do solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPB, 1997.212p.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo levantamento, julho 2012 / Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília: Conab, 2012. Acesso em julho 2012.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006.
- GOODMAN, A. M .; ENNOS, R. The Effects of Soil Bulk Density on the Morphology and Anchorage Mechanics of the Root Systems of Sunflower and Maize. *Annals of Botany*. v.83, p. 293-302, 1999.
- JORGE, L. A. C.; CRESTANA, S. Novo aplicativo para análise de imagens digitais aplicado a ciência do solo. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13.. 1996. Anais. Águas de Lindóia, 1996. CD-ROM.
- LOWERS, M.D.; LAL, R. Axle load and tillage effects on soil physical properties and soybean grain yield on a Mollic Ochraqualf in Northwest. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v. 48, p. 21-35, 1998.
- SADRAS, V. O.; HALL, A. J.; TR-PANI, N.; VILELLA, F. Dynamics of rooting and rootlength:leaf-area relationships as affected by plant population in sunflower crops. *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 22, p. 45-57, 1989.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. A New Version of The Assisat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4., Orlando-

FL-USA, 2006. Anais. Orlando: American Society of Agricultural Engineers, 2006. p.393-396

ZHANG, T. Y.; SUEN, C. Y. A fast parallel algorithm for thinning digital patterns. **Communications of the ACM**, New York, v. 27, n. 3, p. 236-239, 1984.

UNGARO, M. R.; CASTRO, C.; FARIAS, J. R.; BARNI, N. A.; RAMOS, N. P.; SENTELHAS, P. C. Girassol. In: Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola. MONTEIRO, J. E. Brasília, DF: INMET, 2009. p.203-221.

Quadro 1. Valores médios de comprimento, área e diâmetro ponderado de raiz de girassol por camada do solo submetido ao número de tráfego de trator agrícola.

	Comprimento radicular (cm)	Área de raiz (cm <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )	Diâmetro Ponderado (cm)
Camada			
		0,0-0,05 m	
Testemunha	19,5 a	328,8 a	0,23 a
T <sub>1</sub>	19,3 a	335,6 a	0,30 a
T <sub>3</sub>	26,3 a	433,3 a	0,33 a
T <sub>6</sub>	24,6 a	322,2 a	0,25 a
Cv %	34,3	44,0	36,5
		0,05-0,10 m	
Testemunha	32,2 a	495,2 a	0,19 a
T <sub>1</sub>	37,6 a	506,7 a	0,17 ab
T <sub>3</sub>	31,9 a	357,8 ab	0,16 ab
T <sub>6</sub>	29,9 a	273,4 b	0,14 b
Cv %	29,2	43,7	21,5
		0,10-0,15 m	
Testemunha	19,7 a	171,1 a	0,22 a
T <sub>1</sub>	20,3 a	213,3 a	0,22 a
T <sub>3</sub>	11,8 b	115,2 a	0,16 a
T <sub>6</sub>	12,3 b	146,6 a	0,13 a
Cv %	34,8	82,3	71,4
		0,15-0,20 m	
Testemunha	1,82 b	22,0 a	0,11 a
T <sub>1</sub>	4,74 a	44,0 a	0,15 a
T <sub>3</sub>	2,66 ab	22,1 a	0,13 a
T <sub>6</sub>	3,10 ab	30,4 a	0,12 a
Cv %	69,8	91,2	42,2
		0,20-0,25 m	
Testemunha	1,63 a	12,65 a	0,11 a
T <sub>1</sub>	0,88 a	7,5 a	0,13 a
T <sub>3</sub>	1,12 a	9,1 a	0,10 a
T <sub>6</sub>	1,57 a	14,6 a	0,13 a
Cv	61,6	81,6	36,8
		0,25-0,30 m	
Testemunha	0,83 a	6,0 a	0,12 a
T <sub>1</sub>	0,60 a	4,9 a	0,12 a
T <sub>3</sub>	0,49 a	3,4 a	0,11 a
T <sub>6</sub>	0,58 a	7,8 a	0,12 a
Cv %	63,4	98,8	29,9

As médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. T<sub>1</sub>= Um Tráfego ; T<sub>3</sub>= Três tráfegos; T<sub>6</sub> = Seis tráfegos.