

Efeito da compactação induzida por rolo compactador na produtividade de trigo

Alan Carlos Seibt dos Santos¹ e Helton Aparecido Rosa²

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da compactação na produtividade do trigo. O trabalho foi realizado na Estância dos Hermanos, localizada no município Corpus Christi, no Paraguai. O delineamento experimental utilizado foi delineamento inteiramente casualizado (DIC). As parcelas foram divididas em quatro faixas de 4 m de largura x 10 m de comprimento e os tratamentos foram constituídos da seguinte forma: T0 - sem compactação adicional; T1 - com uma passada do rolo compactador; T2 - três passadas do rolo compactador; T3 - cinco passadas do rolo compactador; deixando uma bordadura entre as passadas. Os parâmetros determinados foram: Produtividade do trigo (kg ha^{-1}); peso de mil grãos (g) e altura de plantas (cm). Os resultados obtidos mostraram que o comportamento apresentado pela cultivar de trigo demonstra que a compactação do solo após três e cinco passadas com o rolo compactador afetou negativamente a produtividade, o peso de mil sementes e a altura de plantas à medida que a compactação induzida aumentou.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*, densidade, porosidade, resistência à penetração.

Effect of compaction induced by compactor roll on wheat yield

Abstract: The objective of this work was to evaluate the effect of compaction on wheat yield. The work was carried out in Estância dos Hermanos, located in the municipality of Corpus Christi, Paraguay. The experimental design was a completely randomized design (DIC). The plots were divided into four bands 4 m wide x 10 m long and the treatments were composed as follows: T0 - no additional compaction; T1 - with a roll of the compactor roller; T2 - three passes of the compactor roller; T3 - five passes of the compactor roller; leaving a border between the strides. The parameters determined were: Wheat yield (kg ha^{-1}); weight of one thousand grains (g) and plant height (cm). The results showed that the behavior presented by the wheat cultivar demonstrates that soil compaction after three and five passes with the compactor roller adversely affected the productivity, the weight of one thousand seeds and the height of plants as the induced compaction increased.

Key words: *Triticum aestivum*, density, porosity, resistance to penetration.

Introdução

O trigo (*Triticum aestivum*), gramínea anual, é uma cultura que está presente há cerca de 10 mil anos na história do homem, com cultivo para consumo humano. O cultivo desta cultura iniciou-se na Mesopotâmia, área que atualmente compreende do Egito ao Iraque, sendo difundindo-se para o mundo. Dois mil anos antes de Cristo já era cultivado pelos

¹ Graduando do curso de AGRONOMIA do Centro Universitário FAG. alan.seibt@hotmail.com

² Engenheiro Agrícola, Mestre em Energia na Agricultura (UNIOESTE). helton.rosa@hotmail.com

chineses e na Europa, eu cultivo era restringido as regiões mais frias, como Rússia e Polônia. (ABITRIGO, 2017).

Segundo ressalta Toigo (2010), para que a produtividade seja alcançada em uma cultura é fundamental que ocorra um perfeito crescimento e desenvolvimento das plantas, sendo assim necessário que o solo disponibilize de condições adequadas para um crescimento sem limitações do sistema radicular, bem como deve dispor a planta água, oxigênio e os nutrientes necessários para o desenvolvimento durante todo o ciclo da planta.

O avanço sistêmico do SPD – Sistema de Plantio direto nos últimos anos, é em decorrência dentre outras razões, mas principalmente pelos benefícios creditados ao sistema no como o controle das perdas de solo por meio da erosão hídrica, assim como pelas reduções de solo que chegam a índices de 98% (AMARAL *et al.*, 2008).

O sistema de plantio direto, nos seus ideais corretos tem como benefícios, melhorias nas características químicas e biológicas do solo, com diminuição das erosões, a semeadura é feita diretamente na palha da cultura anterior, mantendo uma cobertura no solo que minimiza o impacto da gota da chuva impedindo um maior escoamento superficial de água segundo SILVA, (2003).

Segundo Franchini *et al.* (2011), estudando a importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná, observaram em suas pesquisas que no sistema plantio direto (SPD), tem acontecido a formação de uma camada de solo que tem sido fortemente caracterizada por um maior grau de compactação do solo, normalmente está camada está localizada, entre 10 e 20 cm de profundidade.

Conforme ressaltam Mancuso *et al.*, (2014), no sistema de plantio direto, o não revolvimento do solo, converge-se para uma eventual compactação do solo, principalmente em decorrência do tráfego intensivo de máquinas, diminuindo assim consideravelmente a infiltração de água no solo.

Trabalhando com compactação induzida por um trator, Valadão *et al.* (2015) verificaram que o tráfego da máquina ocasionou a compactação do solo em plantio direto, aumentando a densidade e resistência do solo à penetração e reduzindo a macroporosidade e porosidade total do solo. No trabalho de Streck *et al.* (2004) aplicando tráfego com um trator sobre o solo relatou aumento da densidade e da resistência do solo à penetração, redução da porosidade total e da macroporosidade e não apresentando alterações na microporosidade. Bergamin *et al.* (2010) em um experimento semelhante, encontrou estes mesmos efeitos, relatou também que o tráfego do trator em até duas passadas não houve alterações na resistência a penetração quando comparado com a testemunha.

A indução de compactação causa alterações na porosidade do solo, no qual reduz a macro porosidade e a porosidade total, e aumenta a micro porosidade segundo Collares *et al.* (2008) no qual a microporosidade só aumentou nas camadas de 0,10–0,15 m e de 0,20–0,25 m, o que foi explicado pela transferência da carga aplicada pelos pneus da máquina até essas camadas, com aproximação de partículas do solo e um aumento dos microporos.

Com o estudo de compactação na cultura do trigo em plantio direto, Secco *et al.* (2009) verificou que as maiores densidades e resistência a penetração ocorrem nas camadas de 0,07-0,12m e os níveis de compactação reduziram a produtividade do trigo, indicando que esses fatores são restritivos ao desenvolvimento dessa cultura. Os resultados obtidos por Collares *et al.* (2008), que compactando o solo com uma pá- carregadeira articulada em quatro passadas observaram também redução na produtividade do trigo em relação à testemunha.

Trabalhando com rolo compactador Bonini *et al.* (2011) induzindo compactação e avaliando a produtividade do trigo, verificou que houve diferença significativa na produtividade do trigo com o tráfego após 5 passadas, com isso afirmou que após 8 anos de cultivo com o sistema de plantio direto a densidade do solo chega próximo a faixa de restrição para a produtividade, considerando os resultados obtidos pela testemunha e com 1 e 3 passadas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da compactação nos componentes de produtividade do trigo.

Material e Métodos

O presente trabalho foi realizado na Estância dos Hermanos, a área está localizada no município Corpus Christi, pertencente ao departamento de Canindeyú no Paraguai, com as coordenadas geográficas 24°15'05.17"S 54°52'21.01"O, com altitude de 368 m, o solo do local é classificado como Argissolo vermelho (BADE *et al.*, 2016). A precipitação média anual é de 1600 mm a 1800 mm e temperatura média anual de 22°C a 23°C.

A área em que o experimento foi implantado tem sido cultivada no sistema de plantio direto a doze anos, no momento foi reservada e estava sem nenhuma cultura implantada. A compactação foi induzida através de molhamento de 7 mm.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC). As parcelas foram divididas em quatro faixas de 4m de largura x 10m de comprimento, nelas foram aplicados três níveis de tráfego do rolo compactador, a testemunha, não recebeu tráfego, na qual está caracterizado a compactação natural gerada durante os anos (T1 - sem compactação adicional; T2 - com uma passada do rolo compactador; T3 - três passadas do rolo

compactador; T4 - cinco passadas do rolo compactador; deixada uma bordadura entre as passadas).

Após a indução da compactação, para a implantação da cultura do trigo, utilizou-se o trator marca John Deere® JD-195j acoplado a uma semeadora-adubadora de arrasto da marca Semeatto® Tdax 450C, com mecanismo sulcador tipo duplo disco defasado para deposição de adubo e sementes.

O material utilizado para este trabalho foi constituído da cultivar de Trigo CD 150, obtida pela COODETEC, este material foi lançado em 2009. Esta cultivar é moderadamente resistente ao acamamento, seus grãos apresentam qualidade industrial como trigo melhorador e a cultivar é exigente quanto à fertilidade do solo. A cultivar CD 150 em sua arquitetura possui folhas eretas, suas espigas são fusiformes e eretas, apresentando a coloração dos grãos vermelha, ciclo precoce e altura de plantas 68cm sendo considerada de baixa estatura.

O material foi semeado no dia 12 de abril de 2017, com densidade de 400 sementes por m², com espaçamento de 0,17 m entrelinhas, parcelas de 8 m de comprimento e 3 linhas uteis. Na adubação de base foram aplicado 250 Kg ha⁻¹ de fertilizante com a formulação de NPK 08-20-10.

O manejo seguiu as recomendações técnicas segundo (REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO-SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 2005). Para a obtenção dos dados de produtividade do trigo, em cada unidade experimental foram delimitadas cinco sub amostras com 3 linhas de 8m de comprimento perfazendo uma área útil de 4,08 m², sendo que cada sub amostra foi considerada uma repetição. Os resultados foram expressos em Mg ha⁻¹ e a umidade foi corrigida para 0,13 kg kg⁻¹.

As amostras de solo foram coletadas na profundidade de 0- 0,20 m no início do estudo, secada ao ar e então encaminhadas ao laboratório para à análise e caracterização química do solo, os dados obtidos são apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização química do solo na área experimental antes da aplicação dos tratamentos

Profundidade da amostra	pH	P	H+ Al	Al	Ca	Mg	K	SB	CTC
		mg dm ⁻³							
		cmolc dm ⁻³							
0-20cm	ns	11,20	4,96	0	5,01	1,54	0,42	59,11	12,13
Interpretação		alto	Alto	baixo	alto	alto	alto	médio	alto

Notas: SB: Soma de Bases; CTC: Capacidade de Troca de Cátions.

Fonte: O Autor (2017)

Realizou-se manejo integrado de plantas daninhas e de pragas, quando necessário fez-se aplicações com produtos recomendados. A colheita dos grãos foi realizada manualmente apenas na área útil de cada parcela.

A produtividade foi obtida após a trilha de cada parcela (área útil) individualmente expressa em kg ha⁻¹ e o peso de mil sementes foi contado ao acaso, manualmente, separando-se dez repetições de 100 sementes cada determinado de acordo com as Regras de Análises de Sementes (BRASIL 2009), a pesagem foi feita em balança de precisão.

A altura de plantas foi obtida por meio da utilização de uma trena, e determinada no final do ciclo da cultivar. A altura foi medida entre a base do solo até a parte superior da espiga, em triplicata, com a finalidade de obter-se um valor representativo a cada parcela, os valores foram expressos em centímetros.

Foi realizada a análise de variância (ANOVA) para todos os dados, e as médias dos tratamentos foram submetidas ao teste Tukey com 5% de significância, todos pelo software ASSISTAT[®] 7.7 (SILVA e AZEVEDO, 2009).

Resultados e discussão

As médias obtidas na avaliação da eficiência dos tratamentos de três níveis de compactação induzidos por rolo compactador nos componentes de rendimento da cultura do trigo estão descritos na Tabela 2.

Analisando a Tabela 2, pode-se perceber que, para todas as variáveis avaliadas ocorreram diferença significativa com relação aos diferentes tratamentos de compactação. Observa-se que os valores de CV % (Coeficiente de Variação) dos tratamentos mantiveram-se entre 2,17 e 3,99, o que é considerado valor de alta precisão para os resultados obtidos, pois estão abaixo de 10%, segundo a classificação de Pimentel Gomes (2000).

Tabela 2 – Produtividade, peso de mil sementes, altura de plantas de trigo, referentes a testemunha com 3 níveis de compactação induzidas com rolo compactador.

Tratamentos	Produtividade kg ha ⁻¹	Peso de Mil Sementes (g)	Altura de Plantas (cm)
T1	2.028,37 b	28,10 b	57,75 a
T2	2.579,26 a	28,72 a	52,33 b
T3	1.973,19 b	24,66 c	48,23 c
T4	1.265,50 c	15,84 d	40,44d
DMS	141,81	0,97	3,41
CV (%)	3,99	2,17	3,79

Notas: T1 - sem compactação adicional; T2 - com uma passada do rolo compactador; T3 - três passadas do rolo compactador; T4 - cinco passadas do rolo compactador.

Médias de tratamentos seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo Teste tukey a 5% de significância
CV= Coeficiente de variação; DMS= Diferença Mínima Significativa.

Os valores obtidos para o parâmetro Produtividade, demonstraram que o T2 (com uma passada do rolo compactador), obteve as maiores médias para produtividade de trigo com 2.579,26 kg ha⁻¹, a menor média foi apresentada pelo tratamento 4, 1265,50 kg ha⁻¹. Constatou-se uma queda de produtividade com o aumento da compactação induzida, os tratamentos T1 (sem compactação adicional) e T3 (três passadas do rolo compactador), não apresentaram diferença entre si com médias de 2028,37 e 1973,19 kg ha⁻¹ respectivamente, apenas diferindo-se dos tratamentos T2 e T4 (cinco passadas do rolo compactador).

Os resultados encontrados neste trabalho, diferem em partes dos encontrados por Bonini *et al.* (2011), em trabalho avaliando o efeito de estados de compactação sobre os atributos físico-hídricos do solo e na produtividade da cultura do trigo, observaram que no parâmetro produtividade para o tratamento sem compactação apresentou a maior média, embora este resultado não tenha se diferido dos tratamentos com 1 e 3 passadas, diferindo-se apenas do tratamento com 5 passadas do rolo compressor que apresentou a menor média de produtividade. Os autores ressaltam que os resultados obtidos no trabalho, demonstram que após 8 anos de cultivo sob o SPD, os valores de densidade do solo ficam próximos ou dentro da faixa restritiva para a produção. Bem como a menor produtividade no tratamento de 5 passadas ocorreu em decorrência da modificação do estado estrutural do solo, principalmente pelo aumento da densidade do solo e a redução do volume de macroporos, pois estes atributos são os que definem resistência à penetração, infiltração de água e trocas gasosas no solo.

Os resultados diferem dos encontrados por Kaiser *et al.* (2010), estudando a influência da compactação adicional e da escarificação na resistência do solo e no desenvolvimento radicular e produtividade do trigo, observaram nos resultados obtidos que para o rendimento do trigo não houve significância para níveis de compactação.

Collares (2005), estudando a compactação em latossolos e argissolo e relação com parâmetros de solo e de plantas, observaram que em resposta às limitações vivida pelas plantas à penetração radicular, o acesso à água foi diminuído bem como a disponibilidade de nutrientes, desta forma as plantas apresentaram um menor desenvolvimento da parte área, e por consequência uma queda de produtividade nos tratamentos que foram consistidos de compactação adicional.

Segundo afirmam Klein *et al.* (2008), em trabalho avaliando as alterações nas propriedades físico-hídricas do solo e o rendimento de trigo em um Latossolo Vermelho sob plantio direto e plantio direto escarificado, observaram que o efeito da compactação do solo

sobre o desenvolvimento das plantas está correlacionado as condições climáticas existentes na área plantada. Os autores salientam que quando em condições de deficiência hídrica, nota-se a acentuação dos problemas de limitação mecânica que afetam diretamente o crescimento do sistema radicular, bem como em situações com excesso de precipitação, foram constatados problemas de deficiência de aeração, e em consequência todos os efeitos negativos a ela relacionadas.

Reichert *et al.* (2008), ressaltam que quando o solo está compactado, a sua resistência é aumentada, e por consequência sua porosidade total é reduzida em função dos poros maiores. Desta maneira, ocorre o aumento do conteúdo volumétrico de água e a capacidade de campo, implicando diretamente na redução da aeração, da taxa de infiltração de água e da condutividade hidráulica do solo saturado. Em consequência desta compactação o escoamento superficial de água tende de aumentar, e ocorrer a diminuição do crescimento das plantas em função da diminuição da disponibilidade de água, restrição ao crescimento e aeração deficiente.

O peso de mil grãos apresentou diferença significativa entre os tratamentos testados, na qual a maior média obtida foi por meio do T2 (com uma passada do rolo compactador), com 28,72 g enquanto a menor média apresentada foi mostrada pelo T4 (cinco passadas do rolo compactador), com média de 15,84 g. Observou-se a relação entre os valores de produtividade com o peso de mil grãos de trigo, pois o T2 apresentou maior produtividade, assim como a menor média foi apresentada pelo T4 em produtividade. Segundo destaca Bredemeier *et al.* (2001) o peso de mil grãos é um dos componentes de rendimento que está diretamente relacionado ao rendimento final da cultura.

A compactação do solo afetou a variável altura de plantas, o T1 (sem compactação adicional), apresentou a maior média com o valor de 57,75 cm, enquanto a menor média foi apresentada pelo T4 (cinco passadas do rolo compactador), com média de 40, 44cm. As médias obtidas ficaram abaixo da altura de plantas média da cultivar que é de 68cm segundo as informações técnicas da cultivar (COODETEC, 2017). Observa-se que o incremento da compactação alterou negativamente a altura de plantas de trigo. Assim, entende-se que essas mudanças foram suficientes para reduzir porte das plantas com o aumento dos estados de compactação.

Segundo ressaltam Teixeira e Rodrigues (2003), o componente altura de planta é uma característica que está intimamente relacionada com o arranjo de plantas, e que seu desenvolvimento é influenciado pela luz, que poderá afetar a capacidade fotossintética e o

crescimento da planta, a estatura da planta também está intimamente relacionada ao acamamento, sendo este considerado um dos principais problemas da cultura do trigo.

Conclusão

O comportamento apresentado pela cultivar de trigo demonstra que a compactação do solo após três e cinco passadas com o rolo compactador afetou negativamente a produtividade, o peso de mil sementes e a altura de plantas à medida que a compactação induzida aumentou.

Os níveis de compactação proporcionados por 1 passada diferiram significativamente entre os tratamentos para produtividade e peso de mil sementes, apresentando as maiores médias para estes parâmetros.

Referências

- ABITRIGO – Associação Brasileira da Indústria do Trigo. **Sobre o trigo**: O trigo na história. Disponível em: <www.abitrigo.com.br/index.php?mpg=02.04.00> . Acesso em abril de 2017.
- AMARAL, A. J. BERTOL, I. COGO, N. P. BARBOSA, F. T. Redução da erosão hídrica em três sistemas de manejo do solo em um cambissolo húmico da região do planalto sul-catarinense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2145-2155, 2008.
- BADE, M. R; ROCHA, A. S; CUNHA, J. E; NÓBREGA, M. T. Compartimentação geomorfológica das bacias hidrográficas do Paraná III (Brasil/Paraguai). **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.09, n.05 (2016) 1370-1383.
- BERGAMIN, A. C.; VITORINO, A. C. T.; FRANCHINI, J. C.; SOUZA, C. M. A. DE; SOUZA, R. R. DE. Compactação em um latossolo vermelho distroférrico e suas relações com o Crescimento radicular do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 34, p.681-691, 2010.
- BONINI, A. K.; SECCO, D.; SANTOS, R. F.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Atributos físico-hídricos e produtividade de trigo em um Latossolo sob estados de compactação. **Ciência Rural**, vol.41, n. 9, p. 1543-1548, 2011.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 395 p.
- BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C.M.; BÜTTENBENDER, D. Efeito do tamanho das sementes de trigo no desenvolvimento inicial das plantas e no rendimento de grãos. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília. v. 36, n. 8, p. 1061-1068, ago. 2001.
- COODETEC. **Detalhes cultivar: Trigo CD 150**. 2017. Disponível em: <http://www.coodetec.com.br/php/detalhes_cultivar.php?id=63> Acesso em: 29 out. 2017.

COLLARES, G. L.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; KAISER, D. R. Compactação de um latossolo induzida pelo tráfego de máquinas e sua relação com o crescimento e produtividade de feijão e trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 32, p.933-942, 2008.

COLLARES, G. L. **Compactação em latossolos e argissolo e relação com parâmetros de solo e de plantas**. Tese de Doutorado. UFSM. Santa Maria – RS. 2005. 107f.

FRANCHINI, J.C.; COSTA, J.M.; DEBIASI, H.; TORRES, E. **Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 52p. (Embrapa Soja. Documentos, 327).

KAISER, D. R; SUZUKI, L.E.A.S; REINERT, D. J; REICHERT, J. M; STRECK, C.A. Influência da compactação adicional e da escarificação na resistência do solo e no desenvolvimento radicular e produtividade do trigo. **Anais XXX CBCS. 2010**.

KLEIN, V. A; VIEIRA, M. L; DURIGON, F. F; MASSING, J. P; FÁVERO, F. Porosidade de aeração de um Latossolo Vermelho e rendimento de trigo em plantio direto escarificado. **Ciência Rural**, vol. 38, núm. 2, março-abril, 2008, pp. 365-371.

MANCUSO, M. A.; FLORES, B. A.; ROSA, G. M. SCHROEDER, J. K.; PRETTO, P. R. P. Características da taxa de infiltração e densidade do solo em distintos tipos de cobertura de solo em zona urbana. **Revista Monografias Ambientais**, Santa Maria, v. 14, n.1, Edição Especial p. 2890–2998, fev. 2014.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 14.ed. Piracicaba: Degaspari, 2000. 477p.

REICHERT, J. M; SUZUKI, L. E. A; S; REINERT, D. J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. **Tópicos Ciências do Solo**, 5:49-134, 2007.

REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO-SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE. **Informações técnicas da Comissão Centro-Sul Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale para a safra de 2005**. Londrina-PR: Embrapa Soja, 2005. 234p. (Embrapa Soja. Sistemas de produção, 7).

SECCO, D.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; SILVA, V. R. da. Atributos físicos e rendimento de grãos de trigo, soja e milho em dois Latossolos compactados e escarificados. **Ciência Rural**, v.39, n.1, p.58-64, 2009.

SILVA, V. R. **Propriedades físicas e hídricas em solos sob diferentes estados de compactação**. 2003. Tese (Doutorado em Agronomia) - Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Biodinâmica do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal components analysis in the software assistat-statistical attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7., 2009, Reno. Proceedings... St. Joseph: **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, 2009.

STRECK, C. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; KAISER, D. R. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. **Ciência Rural**. vol.34, n. 3, p. 755-760, 2004.

TEIXEIRA, M.C.C.; RODRIGUES, O. **Efeito da adubação nitrogenada, arranjo de plantas e redutor de crescimento no acamamento e em características de cevada**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 16p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 20).

TOIGO, S. **Remediação Mecânica E Biológica Da Compactação Inicial De Um Nitossolo Vermelho Cultivado Com Trigo**. Tese de Mestrado. UTFPR – Pato Branco – PR. 2010. 79f.

VALADAO, F. C. de A.; WEBER, O. L. dos S.; VALADAO JUNIOR, D. D.; SCAPINELLI, A.; DEINA, F. R.; BIANCHINI, A. Adubação fosfatada e compactação do solo: sistema radicular da soja e do milho e atributos físicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 1, p. 243-255, 2015.