



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL
CURSO DE AGRONOMIA

CLEITON JOSÉ DA SILVA

**INTERVALO DE TRÁFEGO DE MÁQUINAS APÓS A PRECIPITAÇÃO:
EFEITOS FÍSICOS DO SOLO E NO DESENVOLVIMENTO DA SOJA**

LARANJEIRAS DO SUL – PR

2018

Cleiton José da Silva

**INTERVALO DE TRÁFEGO DE MÁQUINAS APÓS A PRECIPITAÇÃO:
EFEITOS FÍSICOS DO SOLO E NO DESENVOLVIMENTO DA SOJA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. José Francisco Grillo

LARANJEIRAS DO SUL

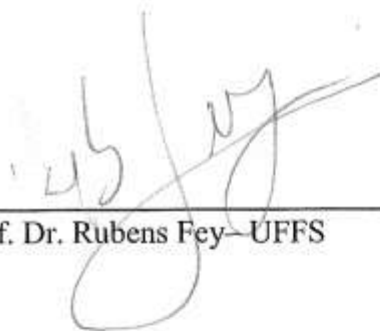
2018

**INTERVALO DE TRÁFEGO DE MÁQUINAS APÓS A PRECIPITAÇÃO:
EFEITOS FÍSICOS DO SOLO E NO DESENVOLVIMENTO DA SOJA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia com Ênfase em Agroecologia da Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Laranjeiras do Sul – PR.

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 03 de julho de 2018.

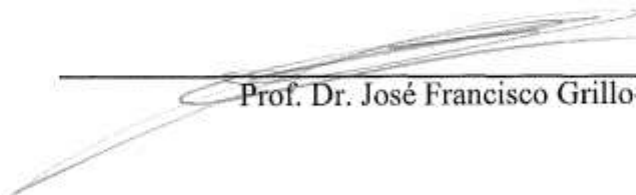
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Rubens Fey – UFFS



MSc. Augusto Fernandes – UFFS



Prof. Dr. José Francisco Grillo – UFFS

PROGRAD/DBIB - Divisão de Bibliotecas

SILVA, CLEITON JOSE DA
INTERVALO DE TRÁFEGO DE MÁQUINAS APÓS A PRECIPITAÇÃO:
EFEITOS FÍSICOS DO SOLO E NO DESENVOLVIMENTO DA SOJA/
CLEITON JOSE DA SILVA. -- 2018.
27 f.

Orientador: Jose Francisco Grillo.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
agronomia , Laranjeiras do Sul, PR, 2018.

1. conservação do solo. I. Grillo, Jose Francisco,
orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III.
Titulo.

1 INTERVALO DE TRÁFEGO DE MÁQUINAS APÓS A PRECIPITAÇÃO: EFEITOS
2 FÍSICOS DO SOLO E NO DESENVOLVIMENTO DA SOJA

3 RESUMO

4 Com a crescente modernização da agricultura e busca por maiores produtividades o
5 processo de compactação do solo, causado pelo tráfego de máquinas, é um fator
6 limitante. Com o objetivo de avaliar o efeito do tráfego de máquinas (24, 48 e 72 horas
7 após a precipitação) sobre as propriedades físicas do solo em sistema de semeadura
8 direto (SSD), foi conduzido um experimento na Universidade Federal da Fronteira Sul
9 (UFFS) - Campus Laranjeiras do Sul-PR, onde foi utilizado como substrato um
10 LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico; Avaliando a influência da compactação do
11 solo causado pelo tráfego de máquinas em diferentes tempos após a precipitação e seu
12 efeito no crescimento e produtividade da soja em SSD. As variáveis consideradas
13 foram: (i) avaliação física do solo: densidade do solo, densidade de partículas, umidade
14 gravimétrica, umidade volumétrica, porosidade total, porosidade de aeração e
15 resistência à penetração, ii) avaliação dos parâmetro de crescimento/desenvolvimento da
16 cultura da soja: massa seca aérea (MSA), massa seca radicular (MSR), massa seca total
17 (MST) altura de plantas (ALT) e comprimento do sistema radicular (CR). O tempo de
18 72 horas após a precipitação foi o mais indicado para o tráfego de máquinas em solos
19 com sistema de semeadura direta para reduzir danos físicos, ou seja, menor
20 compactação ao solo e garantir um melhor desenvolvimento das plantas da cultura de
21 soja (parte área e radicular).

22 Palavras-chave: Sistema de semeadura direta, precipitação, física do solo.

23 ABSTRACT

24 With the increasing modernization of agriculture and the search for greater productivity,
25 the process of compaction of the soil, caused by the traffic of machines, is a limiting
26 factor to obtain higher agricultural productivity. The objective of this study was to
27 evaluate the effect of machine traffic (24, 48 and 72 hours after precipitation) on the
28 physical properties of the soil under direct seeding system (SSD), an experiment at the
29 Federal University of Southern Frontier (UFFS) - Campus Laranjeiras do Sul-PR, where
30 a red dystroferric LATOSOLO was used as substrate. The objective of this work was to
31 evaluate the influence of soil compaction caused by machine traffic at different times
32 after precipitation and its effect on soybean growth and yield in SSD. The variables
33 considered were: (i) soil physical evaluation: soil density, particle density, gravimetric
34 moisture, volumetric moisture, total porosity, aeration porosity and resistance to
35 penetration, ii) Soil: aerial dry mass (MSA), root dry mass (MSR), total dry mass
36 (MST) plant height (ALT) and root system length (CR). The time of 72 hours after
37 precipitation was the most suitable for the traffic of machines in soils with direct
38 seeding system to reduce physical damage, that is, less compaction to the soil and to
39 guarantee a better development of the plants of the soybean crop and radicular)
40 Key words: System of direct seeding, precipitation, soil physics.

41 INTRODUÇÃO

42 O Brasil nos últimos anos tem a soja como a principal cultura de grãos. Para
43 chegar a essas elevadas produções são utilizadas excessivas aplicações de fertilizantes e
44 agrotóxicos. A compactação do solo é um fator que reduz a produtividade, entre outros
45 motivos por diminuir o desenvolvimento do sistema radicular por inibição mecânica,
46 fazendo com que a absorção de água e nutrientes no solo seja reduzida (BEUTLER et
47 al. 2006).

48 O sistema semeadura direto (SSD) é uma técnica de cultivo conservacionista
49 onde é realizado sem as etapas de aração e gradagem adotadas no plantio convencional.
50 Para ser considerado SSD, o solo deve ser mantido constantemente coberto por resíduos
51 vegetais, onde a qual tem como finalidade proteger o solo do impacto das gotas da
52 chuva (salpicamento), das erosões hídrica e eólica e do escoamento superficial, além
53 de reduzir a compactação através da redução da pressão aplicada em uma determinada
54 área pelo tráfego de máquinas. O SSD é considerado como uma atividade de cultivo
55 mínimo visto que as atividades tais como semeadura, adubação e, caso necessário,
56 aplicações de herbicidas são realizadas em uma única operação (CRUZ et. al, 2009).

57 Apesar das vantagens do SSD, existem também limitações relacionadas com a
58 compactação do solo ocasionada pelo tráfego de máquinas e equipamentos agrícolas. A
59 compactação do solo tem reflexos na qualidade física do solo, assim afetando o
60 crescimento e produtividade das culturas (TORMENA et al, 2007).

61 De acordo Beutler et al (2006), a compactação interfere diretamente na planta
62 onde a principal parte afetada é o sistema radicular, que através de seu reduzido
63 desenvolvimento absorve menor quantidade de solução nutritiva proporcionando a
64 redução da expansão foliar e produção da cultura.

65 Dentre os efeitos prejudiciais da compactação do solo, destacam-se as reduções
66 nos seguintes fatores: infiltração de água no solo, movimento de gases, capacidade de
67 retenção de água, disponibilidade de nutrientes, penetração e ramificações das raízes
68 (por excessiva resistência mecânica e aeração deficiente), os quais podem prejudicar o
69 crescimento e desenvolvimento vegetativo da parte aérea das plantas (DA SILVA et al,
70 2008).

71 Segundo Reinert & Reichert (2006), deve-se ter um tempo mínimo de espera
72 após uma precipitação para que se reestabeleça um mínimo de suporte físico do solo, ou
73 seja, para que as forças de adesão e coesão fiquem em equilíbrio, reduzindo assim
74 problemas físicos do solo.

75 Este trabalho teve por objetivo identificar qual o tempo de espera para a entrada
76 de implementos agrícolas em um LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico, a fim de
77 amenizar os efeitos da compactação e evitar danos físicos do solo, proporcionando uma
78 melhor conservação do solo e desenvolvimento da soja.

79 MATERIAL E MÉTODOS

80 Este trabalho foi conduzido nas dependências da Universidade Federal da
81 Fronteira Sul (UFFS), Campus Laranjeiras do Sul-PR, a coleta de amostras
82 indeformadas foi em uma propriedade com sistema semeadura direta (SSD) implantada
83 a mais de 10 anos, onde no verão é cultivado soja e no inverno é deixada em pousio
84 com cobertura de azevém, sendo o solo classificado como um LATOSSOLO
85 VERMELHO Eutrófico (Embrapa, 2013) com teor de argila >60%.

86 O experimento foi realizado em blocos inteiramente casualizados (DBC), sendo
87 composto por 4 tratamentos e 10 repetições totalizando 40 unidades experimentais
88 (tubos plásticos de PVC com amostras indeformadas de solo). Cada tratamento
89 consistiu em um tempo diferente para o tráfego do trator (John Deere 5600) na área, após
90 a ocorrência da precipitação de 72 mm.

91 Os tratamentos testados foram: (a) tráfego com o trator 24 horas após a
92 precipitação (T1); (b) tráfego com o trator 48 horas após a precipitação (T2); (c) tráfego
93 com o trator 72 horas após a precipitação (T3) e (d) sem tráfego com o trator
94 (Testemunha) (T4).

95 Para cada tratamento foi realizada a coleta de amostras indeformadas de solo
96 com o auxílio de um amostrador de anéis volumétricos (5 cm de altura), nas
97 profundidades de 0-5, 10-15 e 20-25 cm, onde foram coletados 60 anéis no total. Após
98 cada amostragem de solo pelos anéis no campo, os mesmos foram imediatamente
99 envoltos em papel alumínio para se evitar a perda de umidade das amostras, sendo as
100 mesmas enviadas ao Laboratório de Física do Solo da Universidade Federal da
101 Fronteira Sul- UFFS para as seguintes determinações: densidade do solo (Ds),
102 densidade de partículas (Dp), umidade gravimétrica (U), umidade volumétrica (θ),
103 porosidade total (Pt), porosidade de aeração (Par) segundo Embrapa (1997) e resistência
104 à penetração pelo penetrômetro (RPP).

105 Para a análise de compactação foi utilizado do equipamento penetrômetro
106 portátil de cone marca KAMAQ (Stolf et al, 2014), onde foi realizado 40 amostragem,
107 10 por tratamentos, segundo as normas técnicas da EMBRAPA (1998), para assim
108 conseguir a determinação da resistência à penetração em função dos tratamentos
109 testados.

110 Para a semeadura da soja, foram coletadas amostras indeformadas de solo
111 utilizando-se tubos de policloreto de vinila (PVC) com 150 mm de diâmetro (\varnothing) e 30
112 cm de altura (h). Os mesmos foram cravados no solo após uma precipitação de 60 mm e
113 a passagem do trator (no rastro do rodado) em diferentes tempos após a precipitação
114 (24, 48 e 72 horas), de acordo com os tratamentos propostos. Estes tubos de PVC foram
115 retirados tomando-se o máximo de cuidado para não haver nenhum movimento do solo
116 em seu interior, o qual possa fragmentar e desconfigurar a amostra indeformada. Após
117 esta etapa, os tubos de PVC com solo (amostras indeformadas) foram conduzidos
118 cuidadosamente até a casa de vegetação da UFFS, onde ocorreu a semeadura da cultura
119 da soja nos mesmos. Inicialmente foram semeadas 5 sementes viáveis de soja variedade

120 BMX TURBO RR Brasmax, no mês de junho em ambiente controlado, previamente
121 inoculadas à sombra com bactérias *Bradyrhizobium japonicum* (3 ml kg⁻¹ de
122 sementes). Nove dias após a semeadura (DAS) foi realizado o desbaste com auxílio de
123 uma tesoura deixando-se apenas 2 plantas uniformes tubo⁻¹ estágio de desenvolvimento
124 V1. Os tubos foram irrigados, ao longo do período experimental.

125 Aos 70 DAS estágio de desenvolvimento R5, foram sorteados 5 tubos por
126 tratamentos onde as plantas foram cortadas e os tubos desmontados para coleta do
127 sistema radicular. As raízes foram separadas do solo por lavagem com jatos de água.
128 Posteriormente, as raízes foram colocadas em sacos de papel e secadas em estufa com
129 circulação forçada de ar em estufa à 65° C até a obtenção de peso constante e tiveram
130 suas massas determinadas. Da mesma forma que a parte radicular, as partes aéreas das
131 plantas coletadas foram secadas e tiveram suas massas determinadas (FOLONI, et al,
132 2006). Para análise do efeito da compactação sobre crescimento/desenvolvimento da
133 cultura da soja (parte aérea e radicular), foram consideradas as seguintes variáveis:
134 massa seca aérea (MSA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), altura
135 de plantas (ALT) e comprimento do sistema radicular (CR).

136 Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as
137 médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se
138 o software SISVAR (Ferreira, 2008).

139 RESULTADOS E DISCUSSÃO

140 Os diferentes tempos de tráfego sobre o solo após a precipitação influenciaram
141 significativamente na densidade do solo, porosidade total e porosidade de aeração, ao
142 contrário das variáveis, densidade de partícula, umidade volumétrica e umidade
143 gravimétrica (Tabela 1).

144 Tabela 1. Valores médios de densidade do solo (Ds), porosidade de aeração e
 145 porosidade total das amostras indeformadas dos solos das áreas amostradas, em função
 146 de diferentes profundidades de coletas (cm).

Tratamentos	Profundidade (cm)						
	0-5		10-15		20-25		Media
	Densidade do solo (g cm ⁻³)						
24h	1,69	a3	1,61	a2	1,60	a2	1,63
48h	1,61	a2	1,57	a2	1,54	a1 a2	1,57
72h	1,53	a2	1,55	a2	1,50	a1	1,53
Sem tráfego	1,44	a1	1,49	a1	1,48	a1	1,47
C.V. (%)	2,46		2,18		2,74		2,46
Porosidade total (%)							
24h	24,58	a1	30,81	a1	36,90	a1	30,76
48h	29,27	a1 a2	33,64	a1	36,46	a1	33,12
72h	33,07	a2	33,95	a1	35,65	a1	34,22
Sem tráfego	35,31	a2	34,77	a1	36,09	a1	35,39
C.V. (%)	11,85		10,31		8,17		10,11
Porosidade aeração (%)							
	24,01	a1	30,10	a1	36,41	a1	30,17
48h	28,73	a1 a2	32,96	a1	35,38	a1	32,36
72h	32,57	a2	33,26	a1	34,46	a1	33,43
Sem tráfego	34,90	a2	34,12	a1	34,95	a1	34,66
C.V. (%)	12,13		10,59		8,33		10,35

147 Médias seguidas de letras iguais na vertical, não diferem estatisticamente entre si pelo
 148 teste Tukey a 5% de probabilidade.

149 Considerando-se a variável Ds na camada do solo de 0-5 cm de profundidade,
150 todas as Ds dos diferentes tratamentos diferiram entre si e forma inversamente
151 proporcionais ao aumento do tempo de tráfego no solo após a precipitação. O maior
152 valor de Ds ($1,69 \text{ g cm}^{-3}$) foi observado no tratamento (24 h) diferiu estatisticamente dos
153 demais tratamentos (Tabela 1). À medida que foi sendo aumento o tempo de tráfego no
154 solo após a precipitação, (48h) e (72h), houve uma redução nos valores de Ds na
155 camada de 0-5 cm, de $1,61$ e $1,53 \text{ g cm}^{-3}$, respectivamente. O menor valor de Ds ($1,44 \text{ g}$
156 cm^{-3}) na camada de 0-5 cm do solo foi registrado no tratamento sem tráfego com o
157 trator após precipitação, referenciado como Testemunha, diferindo dos demais
158 tratamentos (24,48 e 72 h). Na profundidade de 10-15 cm, as Ds dos tratamentos 24 h,
159 48 h e 72 h, não apresentaram diferença estatística entre si, porém diferiram em relação
160 a Ds do tratamento sem tráfego. Para a profundidade 20-25 cm, a Ds do tratamento 24 h
161 diferiu estatisticamente em relação aos outros demais tratamentos (48,72 e sem tráfego),
162 os quais não apresentaram diferença estatística entre si. A pressão aplicada no solo por
163 tráfego com o trator 24 horas após a precipitação, teve maior aumento na densidade do
164 solo em todas as profundidades analisadas em relação aos demais tratamentos 48, 72 e
165 sem tráfego. Isso corrobora com a afirmação de Streck et al (2004), que em sistema de
166 semeadura direta, detectou os maiores valores de densidade do solo na profundidade de
167 15 cm, refletindo no histórico de tensões sofridas no passado.

168 Segundo Reichert et al. (2003), os valores de densidade de solo associados ao
169 estado de compactação com alta probabilidade de oferecer riscos de restrição ao
170 crescimento radicular situam-se em torno de $1,25$ e $1,30 \text{ g cm}^{-3}$ para solos argilosos (>
171 60 % argila), serão utilizados os valores de referência de Reichert et al. (2003), para
172 diagnosticar a compactação dos solos. Desta forma, pode afirmar que o solo da presente
173 área estudada já encontrava se compactado antes da implantação do experimento em

174 função de tensões de tráfego e de implementos utilizados em operações anteriores ao
175 desenvolvimento deste trabalho de pesquisa.

176 Os resultados encontrados estão de acordo com os obtido por Roque et al. (2010)
177 e Tormena et al. (1998), os quais encontraram que o tráfego de máquinas agrícolas
178 causaram aumento na densidade do solo e resistência a penetração do solo em
179 profundidades superiores a 30 cm.

180 O valor médio da densidade de solo nos diferentes tratamentos analisados
181 tráfego foi maior na camada de 0 a 15 cm, reduzindo com o aumento da profundidade.
182 Albuquerque et al. (2001) observou que, em sistema de semeadura direta (SSD), a
183 densidade do solo foi maior na camada superficial nas profundidades de 5-15 e
184 decrescendo nas camadas mais profundas. No SSD, como não há revolvimento do solo
185 em nenhuma profundidade, vai causando maior aumento da densidade do solo e
186 resistência à penetração nas camadas superficiais, corroborando com BENATTI et al.
187 (1997) onde em SSD os valores de densidade do solo e resistência a penetração foram
188 maiores nas camadas superficiais, havendo uma redução gradativa destes valores
189 inversamente proporcional ao aumento da profundidade do solo. Perreira Sales (2016)
190 também constatou aumento nas variáveis densidade do solo e resistência à penetração, e
191 redução na porosidade total em SSD na profundidade de 0,00-0,05 m. Neste caso, a
192 principal causa da maior compactação do solo na camada superficial foi atribuída ao
193 tráfego de máquinas na área.

194 STRECK et al (2004), trabalhando com modificações em propriedades físicas
195 com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio
196 direto constatou que quando aumenta o estado de compactação do solo, ocorre um
197 aumento na densidade do solo e uma redução da porosidade total e na porosidade de
198 aeração.

199 Os valores de densidade de solo na profundidade 20-25 cm, não se diferiram
200 estatisticamente entre os tratamentos 48h, 78h e sem tráfego, mas 24h se diferiu dos
201 demais. Resultados semelhantes foram encontrados por Seixas & De Oliveira Júnior
202 (2001) em estudo realizado em LATOSSOLO VERMELHO-Amarelo, com teor médio
203 de água de 23%, concluíram que o efeito tráfego de máquinas de colheita de madeira, os
204 danos a densidade do solo, restringiu-se à faixa de 0 a 20 cm de profundidade.

205 Os valores de porosidade total e porosidade de aeração confirmaram a variável
206 anterior onde houve aumento de D_s em função do menor tempo de tráfego no solo após
207 a precipitação (Figura1). Observou-se nas camadas de 0-5 cm, que os tratamentos 24h e
208 48h apresentaram menor porosidade de aeração e porosidade total e não diferiram entre
209 si, porém ambos foram superiores e diferem estatisticamente dos tratamentos 72h e sem
210 tráfego, os quais apresentaram as maiores porcentagens de porosidade de aeração e
211 porosidade total. Estes resultados concordam com BORGES et al. (1999), de que a
212 compactação (maior D_s) diminui a porosidade total e porosidade de aeração, tanto na
213 redução do tamanho e distribuição dos poros.

214 Quanto aos valores médios de densidade de partículas, umidade gravimétrica e
215 umidade volumétrica, apresentados na Tabela 1, não apresentaram diferenças
216 significativas em função dos tratamentos testados. Este fato deve-se a constituição
217 mineralógica e da condição de formação do material de origem deste solo, ou seja, são
218 originários dos mesmos minerais e sofreram vários processos de intemperismos químico
219 e físico, corroborando com os dados obtido por Mello et al. (2014).

220 A resistência do solo à penetração (RP) foi influenciada pelos
221 diferentes tratamentos aplicados (Tabela 2), onde na profundidade 0-5 cm, o T1 foi o
222 que apresentou maior RP (8,83Mpa) seguido do T2 com 7,39 Mpa, que não se
223 diferenciaram entre si, mas foram superiores aos tratamentos T3 e T4. Na profundidade

224 0-5 cm todos os tratamentos tiveram valores muito altos de resistência à penetração
 225 variando de 5,99 a 8,83 Mpa. Em geral, tem-se adotado o valor de RP de 2,0 MPa como
 226 crítico ao crescimento radicular (Tormena et al., 1998). Quando os valores de RP são
 227 muito elevados, as raízes crescem por canais contínuos deixados pela fauna do solo e
 228 pelo sistema radicular decomposto.

229 Tabela 2: Valores médios de resistência a penetração (Mpa), em função das diferentes
 230 profundidades.

Tratamentos	Profundidade (cm)					
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30
	Resistencia a penetração (Mpa)					
24h	8,83 a2	7,81 a1	5,15 a1	3,58 a1	2,82 a1	2,62 a1
48h	7,39 a2	6,19 a1	3,88 a1	2,77 a1	2,26 a1	2,02 a1
72h	5,99 a1	5,86 a1	4,57 a1	2,78 a1	2,16 a1	1,91 a1
Sem tráfego	5,99 a1	5,86 a1	4,42 a1	2,32 a1	1,77 a1	1,81 a1
CV	17,04	18,72	21,74	32,46	33,16	31,45

231 Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo
 232 teste Tukey a 5%.

233 Na profundidade 5-10 cm, o tratamento 24h apresentou maior RP (7,81 Mpa) em
 234 relação aos demais tratamentos 48h, 72h e sem tráfego, os quais não diferiram
 235 estatisticamente entre si. Para as demais profundidades (10-15, 15-20, 20-25 e 25-30
 236 cm) os tratamentos testados não proporcionaram diferenças significativas na RP
 237 (Drescher, 2012), em estudo com resistência à penetração e rendimento da soja após
 238 intervenção mecânica, percebeu incremento nos valores de resistência à penetração até

239 aproximadamente 15 cm de profundidade. Abaixo dessa camada, os resultados
240 mantiveram-se aproximadamente constantes, apresentando redução a partir dos 36 cm.

241 Para as todas as profundidades verificadas, pode-se verificar que a pressão
242 aplicada no solo por tráfego com o trator com 72 horas após a precipitação não houve
243 aumento da RP em relação a sem tráfego, e os valores de porosidade total e porosidade
244 de aeração, também não diferiram estatisticamente nestes dois tratamentos, e também
245 justifica-se a afirmativa anterior de STRECK et al. (2004), que no sistema plantio direto
246 a densidade apresenta maiores valores em aproximadamente 15 cm de profundidade,
247 refletindo no histórico de tensões sofridas no passado.

248 Os valores encontrados para a resistência do solo à penetração foram
249 semelhantes aos encontrados para a densidade do solo, nas camadas de 0-5 cm, para os
250 24h e 48h, onde teve os maiores valores registrados. Resultados semelhantes foram
251 encontrados por LOPES et al. (2006).

252 A maior resistência do solo à penetração foi detectada na camada mais
253 superficiais, provavelmente relacionada com a maior densidade do solo, sendo
254 observada nos tratamentos 24h e 48h. Em relação a 72h e sem tráfego a RP e Ds foi
255 menor. Este resultado também foram observado por CUNHA et al. (2011), em trabalhos
256 com sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão
257 e milho.

258 A altura média das plantas e a massa seca radicular não foram influenciadas
259 significativamente pelos tratamentos testados (Tabela 3). Esses resultados corroboram
260 com os obtidos por FOLONI et al. (2006), onde em estudos com adubos verdes guandu,
261 guandu anão e *crotalaria juncea*, as produções de matéria seca das partes aéreas não
262 foram prejudicadas pela compactação do solo em subsuperfície.

263 Tabela 3. Valores médios de altura de plantas (ALT), comprimento radicular (CR),
 264 massa seca aérea (MAS), massa seca radicular (MSR) e massa seca total (MST) dos
 265 diferentes tratamentos, 70 dias após o plantio (cm).

Tratamentos	Variáveis				
	ALT	CR	MSA	MSR	MST
	(cm)	(cm)	(g)	(g)	(g)
24h	29,78 a1	16,70 a1	2,75 a1	1,07 a1	3,82 a1
48h	31,12 a1	17,72 a1	3,19 a1	1,09 a1	4,29 a1 a2
72h	29,70 a1	19,82 a2	4,89 a2	1,42 a1	6,32 a2 a3
Sem tráfego	31,80 a1	20,58 a2	5,07 a2	1,70 a1	6,77 a3
CV	8,10	13,52	18,25	34,53	21,26

266 Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo
 267 teste Tukey a 5%.

268 Os valores médios de comprimento radicular, matéria seca aérea e matéria seca
 269 total não diferiram entre si nos tratamentos 72h e sem tráfego, onde foram obtidos os
 270 maiores valores, porém diferiram de 24h e 48h. FOLONI et al. (2006), argumenta que
 271 camadas compactada mais superficialmente irá inibir o crescimento radicular em
 272 profundidade mas o desenvolvimento da parte aérea das plantas passa a ser dependente
 273 da oferta de água e nutrientes do solo da camada superficial.

274 As raízes em 24h e 48h tiveram menor desenvolvimento em relação a 72h e sem
 275 tráfego, que conseguiram atingir maiores profundidades. Resultados observados por
 276 PIFFER et al. (2010) em estudos com capim pé-de-galinha, na densidade de $1,51 \text{ Mg m}^{-3}$,
 277 ³, as raízes ficaram concentradas nas camadas superior e compactada, não conseguindo
 278 atravessá-las para alcançar as camadas inferiores.

279 Os valores de matéria seca total e matéria seca da parte aérea foram reduzidos
280 em presença de altas Ds e RP para os tratamentos 24h e 48h. O mesmo foi observado
281 por Dezordi et al. (2013), onde a massa seca da parte aérea das cultivares de arroz
282 Caiapó e CIRAD L-141 foi reduzida com o aumento da densidade do solo em
283 LATOSSOLO VERMELHO-Escuro, de textura franca.

284 Foi observada uma correlação entre as variáveis da planta (CR, MAS e MST) e
285 as variáveis da física do solo (RP, DS, PT e Par), onde nos tratamentos 24h e 48h as
286 variáveis CR, MSA e MST apresentaram os menores valores médios, houve também os
287 maiores valores registrados para RP e Ds e menores valores para PT e Par. Para os
288 tratamentos T3 e T4 as variáveis CR, MSA e MST apresentaram os maiores valores
289 médios houve também os menores valores de RP e Ds, porém maiores de PT e Par.

290 CONCLUSÕES

291 O tempo de 72 horas após a precipitação foi o mais indicado para o tráfego de
292 máquinas em solos com sistema de semeadura direta para reduzir danos físicos, ou seja,
293 menor compactação ao solo e garantir um melhor desenvolvimento das plantas da
294 cultura de soja (parte área e radicular).

295

296 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

297 ALBUQUERQUE, J. A.; SANGOIL, L.; ENDER, M.; Efeitos da integração lavoura-
298 pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. Revista
299 Brasileira de Ciência do Solo. ed. 25, p. 717-723, 2001.

300 BEUTLER, A; N. et al. Intervalo hídrico ótimo e produtividade de cultivares de soja.

301 R. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 10, n. 3, p. 639-645, 2006.

302 BEUTLER, A. N. et al. Efeito da compactação na produtividade de cultivares de soja
303 em Latossolo Vermelho. Bras. Ci. Solo, v. 30, p. 787-794, 2006.

304 BORGES, E; N. et al. Alterações físicas introduzidas por diferentes níveis de
305 compactação em Latossolo Vermelho-Escuro textura média. Pesquisa Agropecuária
306 Brasileira, v. 34, n. 9, p. 1663-1667, 1999.

307 BENATTI, R. L.; BERTONI, J.; MOREIRA, C.A. Perdas por erosão em plantio direto
308 e convencional de milho em dois solos de São Paulo. Revista Brasileira de Ciência do
309 Solo, Campinas, 1:121-123, 1977.

310 CRUZ, J. C. et al. Manejo de solos – sistema plantio direto. Sete Lagoas, Brazil:
311 Embrapa Milho e Sorgo, 2009.

312 CUNHA, E. de Q. et al. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na
313 produção orgânica de feijão e milho. I-Atributos físicos do solo. Embrapa Milho e
314 Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2011.

315 DA SILVA F, O; FERRAUDO, A. S; CENTURION, J. F. Análise multivariada na
316 compactação de um Latossolo Vermelho cultivado com milho. Revista Brasileira de
317 Ciência do Solo, v. 32, n. 3, p. 953-961, 2008.

318 DEZORDI, G. B; et al; Desenvolvimento aéreo e radicular de espécies vegetais em
319 Latossolo Vermelho distroférico sob compactação induzida. Scientia Plena, v. 9, n. 5,
320 2013.

321 DRESCHER, M. S et al. Resistência à penetração e rendimento da soja após
322 intervenção mecânica em Latossolo Vermelho sob plantio direto. Revista Brasileira de
323 Ciência do Solo, v. 36, n. 6, 2012.

324 EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. Centro Nacional de Pesquisa de
325 Solos. 2ª ed. Rio de Janeiro, 1997. 121p

326 EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Centro Nacional de Pesquisa
327 de Solos: Rio de Janeiro, 2013.

328 FERREIRA, Daniel Furtado. SISVAR: um programa para análises e ensino de
329 estatística. In: Revista symposium. 2008. p. 36-41.

330 FOLONI, J. S. S; LIMA, S. L de; BÜLL, L. T. Crescimento aéreo e radicular da soja e
331 de plantas de cobertura em camadas compactadas de solo. Revista Brasileira de Ciência
332 do Solo, p. 49-57, 2006.

333 LOPES, S. E. et al. Compactação de um Latossolo Submetido ao Tráfego do
334 Clambunk. Sci. For, v. 72, p. 23-28, 2006.

335 MELO, M.R.S.; CAVALCANTE, J.S.J.; PORTELA, J.C.; SILVA, M.L.N.;
336 REBOUÇAS, C.A.M. Atributos físicos de um Argissolo em ambiente de voçoroca no
337 município de Mossoró, RN. Revista agropecuária científica no semi-árido, v. 10, n. 1, p.
338 01-06, 2014.

339 PEREIRA SALES, R. et al. Qualidade física de um Latossolo sob plantio direto e
340 preparo convencional no semiárido. Revista Ciência Agronômica, v. 47, n. 3, 2016.

341 PIFFER, C. R; et al. Crescimento radicular de três espécies de cobertura vegetal em
342 camadas de solo compactadas artificialmente. Varia Scientia Agrárias, p. 31-43, 2010.

343 ROQUE, A.A. de O. SOUZA, Z.M. de; BARBOSA, R.S.; SOUZA, G.S. de. Controle
344 de tráfego agrícola e atributos físicos do solo em área cultivada com cana-de-açúcar.
345 Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.45, p.744-750, 2010.

346 REICHERT, J. M; REINERT, D. J; BRAIDA, J. A. Qualidade dos solos e
347 sustentabilidade agrícola. *Ciência e Ambiente*, n. 27, p. 29-48, 2003.

348 REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Propriedades física do solo. Santa Maria:
349 Universidade Federal de Santa Maria/Centro de Ciências Rurais, 2006.

350 SEIXAS, F; DE OLIVEIRA JÚNIOR, E D. Compactação do solo devido ao tráfego de
351 máquinas de colheita de madeira Soil compaction due to wood harvest machines traffic,
352 2001.

353 STOLF, R.; MURAKAMI, J.H.; BRUGNARO, C.; SILVA, L.G. ; SILVA, L. C. F. ;
354 MARGARIDO, L.A.C. . Penetrômetro de impacto Stolf - programa computacional de
355 dados em EXCEL-VBA. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 38, p. 774-782, 2014.

356 STRECK, C. A et al. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo
357 causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. *Ciência Rural*, v. 34, n. 3,
358 2004.

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

362 TORMENA, C. A.; ROLOFF, G. & SÁ, J.C.M. Propriedades físicas do solo sob plantio
363 direto influenciadas por calagem, preparo inicial e tráfego. *R. Bras. Ci. Solo*, 22:301-
364 309, 1998.

365 TORMENA, C. A. et al. Variação temporal do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo
366 Vermelho distroférico sob sistemas de plantio direto. *R. Bras. Ci. Solo*, v. 31, p. 211-
367 219, 2007.

Submissões

- [Submissões Online](#)
- [Diretrizes para Autores](#)
- [Declaração de Direito Autoral](#)
- [Política de Privacidade](#)

Submissões Online

Já possui um login/senha de acesso à revista Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)?

[ACESSO](#)

Não tem login/senha?

[ACESSE A PÁGINA DE CADASTRO](#)

O cadastro no sistema e posterior acesso, por meio de login e senha, são obrigatórios para a submissão de trabalhos, bem como para acompanhar o processo editorial em curso.

Diretrizes para Autores

Pesquisa Agropecuária Tropical (PAT) é o periódico científico trimestral editado pela Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, em versão eletrônica (e-ISSN 1983-4063). Destina-se à publicação de Artigos Científicos cuja temática tenha aplicação direta na agricultura tropical. Logo, a vinculação indireta do objeto de estudo com essa temática não é razão suficiente para que uma submissão seja aprovada para seguir no processo editorial deste periódico. Notas Técnicas, Comunicações Científicas e Artigos de Revisão somente são publicados a convite do Conselho Editorial.

A submissão de trabalhos é gratuita e deve ser feita exclusivamente via sistema eletrônico, acessível por meio do endereço www.agro.ufg.br/pat ou www.revistas.ufg.br/index.php/pat. Os autores devem manifestar, por meio de documento ([ver sugestão de modelo](#)) assinado por todos, escaneado e inserido no sistema como documento suplementar, anuência acerca da submissão e do conhecimento da política editorial e diretrizes para publicação na revista PAT (caso os autores morem em cidades diferentes, mais de um documento suplementar pode ser inserido no sistema, pelo autor correspondente).

A revista PAT recomenda a submissão de artigos com, no máximo, 5 (cinco) autores. A partir deste número, uma descrição detalhada da contribuição de cada autor deve ser encaminhada ao Conselho

Editorial (lembre-se de que, às vezes, a seção "Agradecimentos" é mais apropriada que a autoria).

Durante a submissão *on-line*, o autor correspondente deve atestar, ainda, em nome de todos os autores, a originalidade e ineditismo do trabalho (trabalhos já disponibilizados em anais de congresso não são considerados inéditos, por tratarem-se de uma forma de publicação e ampla divulgação dos resultados), a sua não submissão a outro periódico, a conformidade com as características de formatação requeridas para os arquivos de dados, bem como a concordância com os termos da Declaração de Direito Autoral, que se aplicará em caso de publicação do trabalho. Por fim, deve-se incluir os chamados metadados (informações sobre os autores e sobre o trabalho, tais como título, resumo, palavras-chave – em Português e Inglês) e transferir os arquivos com o manuscrito e documento suplementar (anuência dos autores).

Se o trabalho envolveu diretamente animais ou seres humanos como sujeitos da pesquisa, deve-se comprovar a sua aprovação prévia por um comitê de ética em pesquisa.

Os trabalhos podem ser escritos em Português ou Inglês, entretanto, **serão publicados apenas em Inglês**. Logo, em caso de submissão em Português e aprovação para publicação, a versão final do manuscrito deverá ser traduzida por especialista em Língua Inglesa (preferencialmente falante nativo), sendo que a tradução ficará a cargo dos autores, sem qualquer ônus para a revista.

Os manuscritos devem ser apresentados em até 18 páginas, com linhas numeradas. O texto deve ser editado em *Word for Windows* (tamanho máximo de 2MB, versão .doc) e digitado em página tamanho A-4 (210 mm x 297 mm), com margens de 2,5 cm, em coluna única e espaçamento duplo entre as linhas (inclusive para tabelas, cabeçalhos e rodapés). A fonte tipográfica deve ser *Times New Roman*, corpo 12. O uso de destaques como negrito e sublinhado deve ser evitado. Todas as páginas devem ser numeradas. Os manuscritos submetidos à revista PAT devem, ainda, obedecer às seguintes especificações:

1. Os Artigos Científicos devem ser estruturados na ordem: *título* (máximo de 20 palavras); *resumo* (máximo de 250 palavras; um bom resumo primeiro apresenta o problema para, depois, apresentar os objetivos do trabalho); *palavras-chave* (no mínimo, três palavras, e, no máximo, cinco, separadas por ponto-e-vírgula); *Introdução*; *Material e Métodos*; *Resultados e Discussão*; *Conclusões*; *Agradecimentos* (se necessário, em parágrafo único) e *Referências*. Chamadas relativas ao título do trabalho e os nomes dos autores, com suas afiliações e endereços (incluindo *e-mail*)

em notas de rodapé, bem como agradecimentos, somente devem ser inseridos na versão final corrigida do manuscrito, após sua aceitação definitiva para publicação.

2. As citações devem ser feitas no sistema "autor-data". Apenas a inicial do sobrenome do autor deve ser maiúscula e a separação entre autor e ano é feita somente com um espaço em branco. Ex.: (Gravena 1984, Zucchi 1985). O símbolo "&" deve ser usado no caso de dois autores e, em casos de três ou mais, "et al.". Ex.: (Gravena & Zucchi 1987, Zucchi et al. 1988). Caso o(s) autor(es) seja(m) mencionado(s) diretamente na frase do texto, utiliza-se somente o ano entre parênteses. Citações de citação (citações secundárias) devem ser evitadas, assim como as seguintes fontes de informação: artigo em versão preliminar (no prelo ou *preprint*) ou de publicação seriada sem sistema de arbitragem; resumo de trabalho ou painel apresentado em evento científico; comunicação oral; informações pessoais; comunicação particular de documentos não publicados, de correios eletrônicos, ou de *sites* particulares na Internet.

3. As referências devem ser organizadas em ordem alfabética, pelos sobrenomes dos autores, de acordo com a norma NBR 6023:2002, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), com a seguinte adequação: não é necessária a inclusão da cidade após os títulos de periódicos. Os destaques para títulos devem ser apresentados em itálico e os títulos de periódicos não devem ser abreviados.

4. As tabelas (também com corpo 12 e espaçamento duplo) e figuras (dispostas no decorrer do texto) devem ser identificadas numericamente, com algarismos arábicos, e receber chamadas no texto. As tabelas devem ser editadas em preto e branco, com traços simples e de espessura 0,5 ponto (padrão *Word for Windows*). As figuras devem ser apresentadas com resolução mínima de 300 dpi.

5. A consulta a trabalhos recentemente publicados na revista PAT (www.agro.ufg.br/pat ou www.revistas.ufg.br/index.php/pat) é uma recomendação do corpo de editores, para dirimir dúvidas sobre estas instruções e, conseqüentemente, agilizar a publicação.

6. Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos na revista PAT, pois devem abrir mão de seus direitos autorais em favor deste periódico. Os conteúdos publicados, contudo, são de inteira e exclusiva responsabilidade de seus autores, ainda que reservado aos editores o direito de proceder a ajustes textuais e de adequação às normas da publicação. Por outro lado, os autores ficam autorizados a publicar seus artigos, simultaneamente, em repositórios da instituição de sua origem, desde que citada a fonte da publicação original na revista PAT.

7. Endereço e contatos:

Pesquisa Agropecuária Tropical (PAT)
Escola de Agronomia
Universidade Federal de Goiás
Caixa Postal 131 - Campus II (Samambaia)
CEP 74.001-970 - Goiânia, GO - Brasil
E-mail: gilsonrevistaufg@gmail.com
Telefone: (62) 3521-1552
Homepage: <http://www.agro.ufg.br/pat>
ou www.revistas.ufg.br/index.php/pat

Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. O manuscrito é original e inédito (trabalhos já disponibilizados em anais de congresso não são considerados inéditos, por tratarem-se de uma forma de publicação e ampla divulgação dos resultados) e não está sendo submetido a publicação em outra revista ou periódico.
2. Os autores manifestam, por intermédio de documento assinado por todos, anuência acerca da submissão, assumindo conhecimento da política editorial adotada na revista PAT (SEM O DOCUMENTO ASSINADO, O ARTIGO NÃO SERÁ AVALIADO).
3. O manuscrito foi preparado em perfeita conformidade com as [Diretrizes para Autores](#), disponíveis na seção "Sobre a Revista", incluindo a remoção de qualquer identificação de autoria.
4. O trabalho não envolveu diretamente animais ou seres humanos como sujeitos da pesquisa, ou, em caso afirmativo, recebeu aprovação de Comitê de Ética em Pesquisa (o parecer do Comitê será imediatamente encaminhado à Secretaria da Revista PAT).

Declaração de Direito Autoral

Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos na revista PAT, pois devem abrir mão de seus direitos autorais em favor deste periódico. Os conteúdos publicados, contudo, são de inteira e exclusiva responsabilidade de seus autores, ainda que reservado aos editores o direito de proceder a ajustes textuais e de adequação às normas da publicação. Por outro lado, os autores ficam autorizados a publicar seus artigos, simultaneamente, em repositórios da instituição

de sua origem, desde que citada a fonte da publicação original na revista PAT.

Política de Privacidade

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou a terceiros.