



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS ERECHIM
CURSO DE AGRONOMIA

VINÍCIUS SOLIGO

DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE 2,4-D EM TRIGO

ERECHIM

2019

VINÍCIUS SOLIGO

DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE 2,4-D EM TRIGO

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. D. Sc. Leandro Galon

ERECHIM

2019

Soligo, Vinícius Doses e épocas de aplicação de
2,4-D em trigo / Vinícius Soligo. -- 2019. 27
f.:il.

Orientador: Prof. D. Sc. Leandro Galon.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Agronomia, Erechim, RS, 2019.

1. INTRODUÇÃO. 2. MATERIAL E MÉTODOS. 3. RESULTADOS E
DISCUSSÃO. 4. CONCLUSÕES. 5. REFERÊNCIAS . I. Galon,
Prof. D. Sc. Leandro, orient. II. Universidade Federal da
Fronteira Sul. III. Título.

VINÍCIUS SOLIGO

DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE 2,4-D EM TRIGO

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia na Universidade Federal da Fronteira Sul – *Campus* Erechim.

Orientador: Prof. D. Sc. Leandro Galon

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi defendido e aprovado pela banca em 26/06/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. D. Sc. Leandro Galon - UFFS

Prof.^a Dra. Paola Mendes Milanesi - UFFS

Prof. Dr. Gismael Francisco Perin - UFFS

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	6
INTRODUÇÃO	7
MATERIAL E MÉTODOS	8
RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
CONCLUSÕES.....	21
REFERÊNCIAS	21
ANEXOS.....	24

DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE 2,4-D EM TRIGO

RESUMO

A identificação do estágio de aplicação e dose correta do herbicida 2,4-D torna-se importante para que não ocorra prejuízos ao trigo. Diante disso, objetivou-se com o trabalho estudar o efeito de doses de 2,4-D aplicadas em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura do trigo. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, arranjado em esquema fatorial 4 x 5, com quatro repetições. No fator A alocou-se os estádios de aplicação (antes do perfilhamento, perfilhamento, primeiro nó e emborrachamento) e no B as doses de 2,4-D (0; 349; 698; 1047 e 1396 g e.a ha⁻¹). As variáveis avaliadas foram a fitotoxicidade aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), atividade fotossintética, concentração interna de CO₂, condutância estomática, uso eficiente da água e eficiência da carboxilação. Na pré-colheita determinou-se o número de espigas m⁻², comprimento de espiga (cm) e quantidade de grãos cheios e estéreis. A massa de mil grãos (g), produtividade de grãos (kg ha⁻¹) e peso hectolitro (kg hL⁻¹) foram determinadas após a colheita. Os resultados demonstram que o herbicida ocasionou fitotoxicidade ao trigo, sendo elevada com o aumento das doses e principalmente antes do perfilhamento, causando esterilidade de grãos, e diminuição da produtividade. Os demais componentes de rendimento não apresentaram diferença quando ao aumento da dose e aplicação em diferentes estádios assim como as variáveis fisiológicas. O aumento das doses de 2,4-D aplicadas antes do perfilhamento e no emborrachamento diminuíram linearmente a produtividade de grãos do trigo.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*; estádios fenológicos, herbicida hormonal.

ABSTRACT

The identification of the application stage and the correct dose of 2,4-D herbicide is important so that wheat is not harmed. The objective of this study was to evaluate the effect of 2,4-D doses applied at different stages of wheat crop development. The experiment was conducted in a randomized block design, arranged in a 4 x 5 factorial scheme, with four replications. In factor A, the application stages (before tillering, tillering, first node and rubberiness) were allocated and the doses of 2,4-D (0, 349, 698, 1047 and 1396 g e.a ha⁻¹) were allocated. The variables evaluated were: phytotoxicity at 7, 14, 21, 28 and 35 days after application of the

34 treatments (DAT), photosynthetic activity, CO₂ internal concentration, stomatal conductance,
35 water efficiency and carboxylation. The number of spikes m⁻², ear length (cm) and number of
36 full and sterile grains were determined in the pre-harvest. The mass of one thousand grains
37 (g), grain yield (kg ha⁻¹) and hectoliter weight (kg hL⁻¹) were determined after harvest. The
38 results demonstrate that the herbicide caused phytotoxicity to wheat, being elevated with
39 increasing doses and mainly before tillering, causing grain sterility, and decreased
40 productivity. The other components of yield did not present difference when increasing the
41 dose and application in different stages as well as the physiological variables. The increase of
42 the 2,4-D doses applied before tillering and in the booting production decreased linearly the
43 grain yield of the wheat.

44

45 **Keywords:** *Triticum aestivum*; phenological stages; hormonal herbicide.

46

47

INTRODUÇÃO

48 A cultura do trigo (*Triticum aestivum*) demonstra importância para uso na alimentação
49 humana, tendo um crescimento mundial de 1,2%, atingindo 755 milhões de toneladas para a
50 safra 2018/2019 (FAO 2018). Para a mesma safra a cultura teve um aumento da estimativa da
51 área semeada no Brasil, assim como da produtividade e conseqüentemente na produção
52 (CONAB 2018).

53 Em trigo existem muitos fatores que acabam limitando a produtividade, como
54 mudanças meteorológicas, manejo e principalmente a competição causada pelas plantas
55 daninhas, que se dá devido à competição por nutrientes, água e luz (Agostinetto et al. 2008,
56 Galon et al. 2019). As plantas daninhas quando infestam a cultura do trigo geram perdas de
57 produtividade de grãos, qualidade do produto colhido, além de serem hospedeiras de insetos e
58 doenças. Caso não controladas as plantas daninhas podem gerar perdas de produtividade de
59 grãos de trigo entre 18% a 82% (Galon et al. 2015), além de aumentar os custos de produção e
60 diminuir os lucros do tricultor (Lamengo et al. 2013).

61 Na competição gerada pelas plantas daninhas por fatores como luz, a planta usa maior
62 quantidade de fotoassimilados para o alongamento do colmo e menos para a produção de
63 massa seca e área foliar, assim comprometendo a produtividade de grãos (Galon et al. 2011).
64 As plantas daninhas que infestam corriqueiramente a cultura do trigo e que tem causado
65 maiores danos devido a competição ou por serem problemáticas em relação ao controle são o

66 o azevém (*Lolium multiflorum*), nabo (*Raphanus raphanistrum* e *R. sativus*) e aveia-preta
67 (*Avena strigosa*) (Lamengo et al. 2013).

68 Para se manejar essas plantas daninhas pode-se utilizar diversas estratégias, sendo um
69 dos métodos de controle mais utilizados pela facilidade, menor custo e eficácia é o controle
70 químico, com uso de herbicidas (Timossi et al. 2011).

71 Um dos herbicidas muito usados para o controle químico de plantas daninhas
72 dicotiledôneas infestantes da cultura do trigo é o herbicida 2,4-D (Skiba & Wolf 2017). O 2,4-
73 D é uma auxina sintética que pode ser utilizado de duas formas, tanto como regulador de
74 crescimento, e como herbicida para controlar plantas daninhas dicotiledôneas infestantes de
75 diversas culturas (Mortensen et al. 2012). O 2,4-D nas plantas gera um acúmulo de ácido
76 abscísico (ABA) e etileno, que são produtos que induzem a produção de espécies reativas de
77 oxigênio, estas responsáveis por aumentar o estresse oxidativo (Grossmann 2010).

78 Existem algumas características na cultura do trigo que devem ser levadas em
79 consideração para se fazer uso correto do herbicida 2,4-D, como número de afilhos e estádios
80 fenológicos. O herbicida 2,4-D é indicado para ser aplicado na cultura do trigo até o
81 surgimento do primeiro nó visível (REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE
82 PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE 2018). A aplicação após o primeiro nó pode causar
83 redução nos componentes de rendimento devido a interferência causada pelo herbicida na
84 esporogênese (Roman et al. 2006)

85 Estudos mais aprofundados sobre o uso do 2,4-D pode ajudar de forma significativa os
86 produtores a aplicarem o herbicida de forma correta e mais consciente, minimizando os
87 prejuízos e melhorando a qualidade de grãos colhidos.

88 A hipótese do presente trabalho é de que a aplicação de doses elevadas de 2,4-D em
89 diferentes estádios da cultura ocasiona elevada fitotoxicidade, efeito negativo em variáveis
90 fisiológicas e nos componentes de rendimento de grãos.

91 Diante disso, objetivou-se com o trabalho estudar o efeito de doses de 2,4-D aplicadas
92 em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura do trigo.

93

94

MATERIAL E MÉTODOS

95 O experimento foi conduzido a campo, na área experimental da Universidade Federal
96 da Fronteira Sul (UFFS), Câmpus Erechim/RS, no ano agrícola 2018/19, em sistema de
97 plantio direto na palhada. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Aluminoférrico
98 típico (EMBRAPA 2013). A correção da fertilidade do solo foi realizada de acordo com a

99 análise química e seguindo-se as recomendações de adubação para a cultura do trigo (ROLAS
100 2016). Para dessecação da vegetação presente na área experimental, antes da semeadura do
101 trigo, foi utilizado o herbicida glyphosate na dose de 1080 g e.a ha⁻¹.

102 O experimento foi instalado em delineamento experimental de blocos casualizados,
103 arranjado em esquema fatorial 4 x 5, com quatro repetições. O fator A foi composto pelos
104 estádios de aplicação do herbicida 2,4-D (antes do perfilhamento, no perfilhamento, no
105 surgimento do primeiro nó visível e no emborrachamento da cultura) e o B pelas doses de 2,4-
106 D (0; 349; 698; 1047 e 1396 g e.a ha⁻¹).

107 As unidades experimentais continham área de 10,88 m², sendo semeadas 16 linhas
108 espaçadas a 0,17 m e com 4 m de comprimento. Nesse ensaio foi semeada com
109 semeadora/adubadora a cultivar de trigo ORS Vintecinco, na densidade média de 330
110 sementes m² o que deu uma população de 3.330.000 plantas ha⁻¹. Como adubação de base
111 usou-se 350 kg ha⁻¹ da fórmula 05-30-15 de N-P-K. Em cobertura foi aplicado 75 kg ha⁻¹ de N
112 na forma de ureia, em dois estádios distintos, 40% no perfilhamento e 60% da dose na
113 alongação da cultura.

114 A aplicação dos tratamentos foi efetuada com pulverizador costal de precisão,
115 pressurizado a CO₂, equipado com quatro pontas de pulverização tipo leque DG 110.02, sob
116 pressão constante de 2,0 kgf cm⁻² e velocidade de deslocamento de 3,6 km h⁻¹, o que
117 proporcionou a vazão de 150 L ha⁻¹ de calda herbicida. As condições ambientais no momento
118 das aplicações dos tratamentos na cultura do trigo estão dispostas na Tabela 1.

119

120 TABELA 1. Condições ambientais no momento das aplicações dos tratamentos na cultura do
121 trigo. UFFS, Campus Erechim, 2018.

Estádios de aplicação	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do vento (km h ⁻¹)	Temperatura do solo (°C)
Antes perfilhamento	24,4	60,0	3,6	18,1
Perfilhamento	25,0	58,3	4,9	21,6
Primeiro nó	26,0	57,0	5,1	20,0
Emborrachamento	27,3	51,0	4,8	18,8

122

123 As avaliações de fitotoxicidade das plantas de trigo foram efetuadas aos 07, 14, 21, 28
124 e 35 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT). Para avaliar a fitotoxicidade foram
125 atribuídas notas percentuais, sendo a nota zero (0%) correspondente aos tratamentos com

126 ausência de fitotoxicidade à cultura e a nota cem (100%) para morte completa das plantas de
127 trigo (SBCPD 1995).

128 Aos 30 dias após a aplicação do último estágio de desenvolvimento da cultura foram
129 determinadas as variáveis relacionadas a fisiologia das plantas de trigo, tais como a atividade
130 fotossintética ($A - \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 ($C_i - \mu\text{mol mol}^{-1}$), condutância
131 estomática ($G_s - \text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$), uso eficiente da água ($\text{UEA} - \text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$) e eficiência
132 da carboxilação ($\text{EC} - \text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Para a determinação das variáveis fisiológicas
133 utilizou-se um analisador de gases infravermelho (IRGA), marca ADC, modelo LCA PRO
134 (Analytical Development Co. Ltd, Hoddesdon, UK), sendo que foram feitos dois blocos ao
135 dia, entre oito e dez horas da manhã, para que as condições ambientais fossem o mais
136 homogêneas possíveis durante as análises.

137 Na pré-colheita do trigo foi determinado o número de espigas m^2 , o número de grãos
138 cheios, estéreis e o comprimento da espiga (cm) no Laboratório de Manejo Sustentável dos
139 Sistemas Agrícolas da UFFS. O número de espigas m^2 foi efetuado no centro de cada unidade
140 experimental utilizando um quadrado de 0,5 x 0,5 m. Por contagens determinou-se o número
141 de grãos cheios e grãos estéreis e usando-se uma régua graduada determinou-se o
142 comprimento de espigas, após a colheita de 10 plantas de trigo de modo aleatório em cada
143 unidade experimental.

144 A colheita foi realizada manualmente tendo como área útil 5,1 m^2 e com a massa de
145 grãos colhida foi determinado os componentes de rendimento. Foi realizado a determinação
146 do peso hectolitro (Ph) kg hL^{-1} com o uso de balança marca Dalle Molle, modelo 40. A massa
147 de mil grãos (g) foi determinada por contagem de 8 repetições de 100 grãos cada,
148 extrapolando-se posteriormente a massa para mil grãos. A produtividade foi determinada em
149 kg ha^{-1} . Os valores de Ph, massa de mil grãos e produtividade de grãos foram corrigidas para
150 13% de umidade.

151 Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e sendo significativas
152 ao fator quantitativo, aplicaram-se regressões, e ao fator qualitativo, o teste de separação de
153 médias Scott-Knott. Todos os testes foram efetuados a $p \leq 0,05$.

154

155

RESULTADOS E DISCUSSÃO

156 Houve interação entre os fatores doses e estádios de aplicação para as variáveis
157 fitotoxicidade aos 07, 14, 21, 28 e 35 DAT, grãos cheios por espiga e grãos estéreis por
158 espiga. Para a produtividade houve diferença entre as doses de 2,4-D e os estádios de

159 aplicação, porém não ocorreu interação entre os fatores. Não houve interação entre os fatores
160 e nem diferença significativa entre os níveis dos mesmos para as variáveis fisiológicas
161 (atividade fotossintética, concentração interna de CO₂, condutância estomática, uso eficiente
162 da água e eficiência da carboxilação), espigas m², comprimento da espiga, Ph e massa de mil
163 grãos.

164 Os resultados demonstram que a aplicação do herbicida 2,4-D ocasionou
165 fitotoxicidade de 5% até 15%, aos 7 DAT (dias após a aplicação dos tratamentos) sendo
166 menor para doses baixas e maior para doses altas e com aplicações antes do perfilhamento.
167 (Tabela 2). Aos 14 DAT houve um aumento da fitotoxicidade para a aplicação antes do
168 estágio de perfilhamento e uma diminuição para as aplicações efetuadas mais tardias. Nas
169 avaliações aos 21 e 28 DAT foi observado diminuições na fitotoxicidade para todos os
170 estádios.

171 Observou-se que na aplicação de 2,4-D antes do perfilhamento do trigo os sintomas
172 persistiram até o final das avaliações, com 5% de fitotoxicidade, mesmo para a menor dose
173 utilizada, diferente do ocorrido com os demais estádios, que aos 35 DAT já não apresentavam
174 mais sintomas de danos até a dose de 698 g ha⁻¹ (Tabela 2). Galon et al., (2015) ao avaliarem
175 a eficácia e fitotoxicidade de herbicidas aplicados para manejo de plantas daninhas infestantes
176 do trigo encontraram baixa fitotoxicidade na cultivar Quartzo com a aplicação do herbicida
177 2,4-D, a máxima fitotoxicidade obtida foi de 4,5% aos 07 DAT, e aos 21 DAT já não havia
178 mais sintomas.

179 As aplicações antes do perfilhamento são consideradas muito precoces e podem causar
180 fitotoxicidade sendo muito comum a retenção das espigas no colmo, permanecendo tortas por
181 conta do ápice se prender ao colmo pelas aristas (Roman et al. 2006).

182
183
184
185
186
187
188
189
190

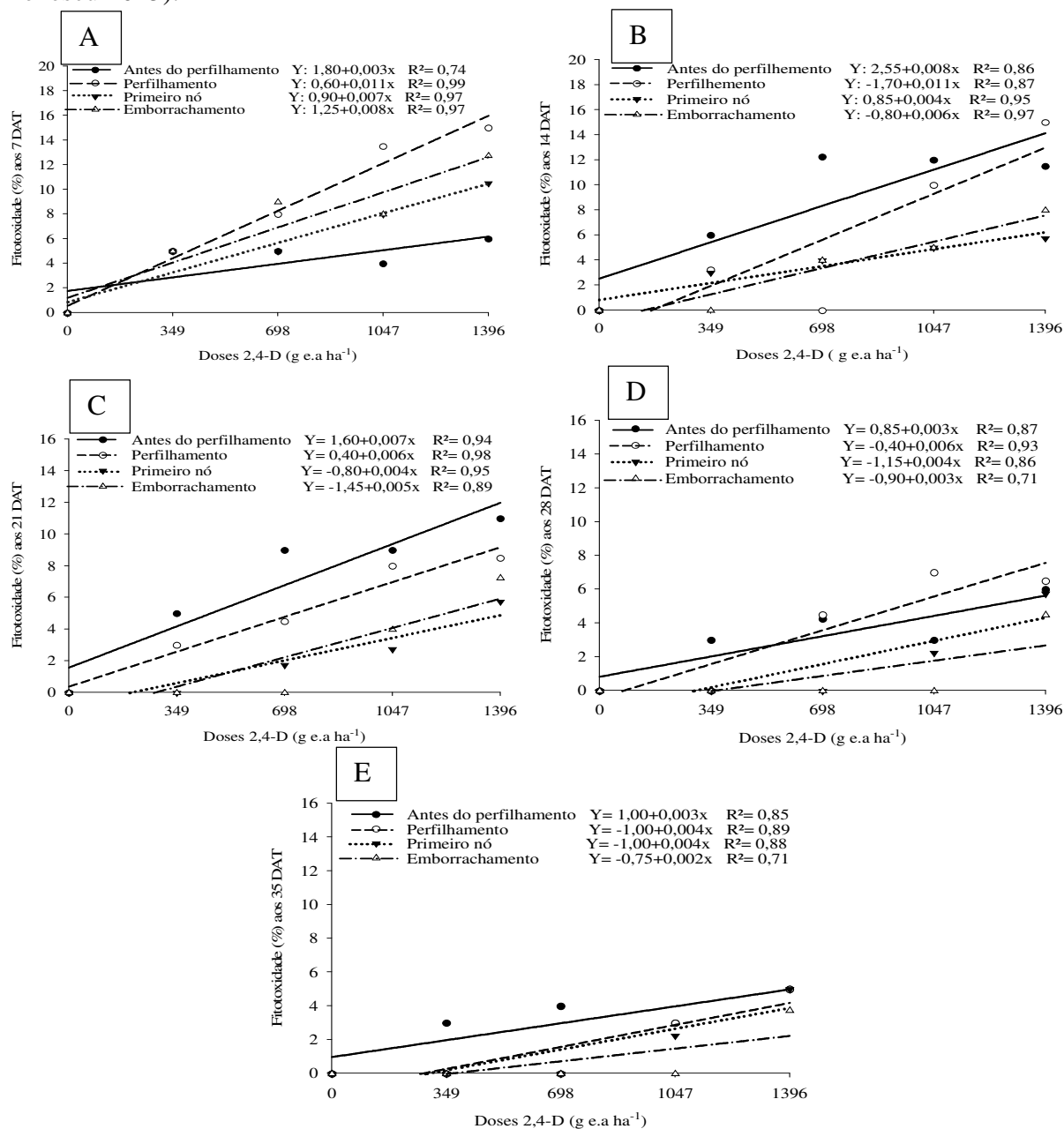
191 TABELA 2. Fitotoxicidade (%) aos 07, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação dos tratamentos
 192 (DAT) em trigo, cultivar ORS Vintecinco em função da aplicação de doses do herbicida 2,4-
 193 D em de diferentes estádios de desenvolvimento da cultura.

Estádio de aplicação	Doses de 2,4-D (g e.a ha ⁻¹)					CV (%)
	0	349	698	1047	1396	
07 DAT						
Antes perfilhamento	0 ^{ns}	5 ^{ns}	5 b ¹	4 c	6 c	11,26
Perfilhamento	0	5	8 a	14 a	15 a	
Primeiro nó	0	5	5 b	8 b	11 b	
Emborrachamento	0	5	9 a	8 b	13 a	
14 DAT						
Antes perfilhamento	0 ^{ns}	6 a	12 a	12 a	12 a	7,67
Perfilhamento	0	3 b	7 b	10 b	11 a	
Primeiro nó	0	3 b	4 c	5 c	6 c	
Emborrachamento	0	0 c	4 c	5 c	8 b	
21 DAT						
Antes perfilhamento	0 ^{ns}	5 a	9 a	9 a	11 a	15,85
Perfilhamento	0	0 b	5 b	8 a	9 b	
Primeiro nó	0	0 b	2 c	3 c	6 c	
Emborrachamento	0	0 b	0 d	4 b	7 c	
28 DAT						
Antes perfilhamento	0 ^{ns}	3 a	4 a	3 b	6 a	13,32
Perfilhamento	0	0 b	5 a	7 a	7 a	
Primeiro nó	0	0 b	0 b	2 c	6 a	
Emborrachamento	0	0 b	0 b	0 d	5 b	
35 DAT						
Antes perfilhamento	0 ^{ns}	3 a	4 a	3 a	5 a	32,56
Perfilhamento	0	0 b	0 b	3 a	5 a	
Primeiro nó	0	0 b	0 b	2 a	5 a	
Emborrachamento	0	0 b	0 b	0 b	4 b	

194 ¹ Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott
 195 (p<0,05). ns = não significativo

196

197 O aumento da dose do 2,4-D elevou os sintomas de fitotoxicidade em todos os
 198 estádios de desenvolvimento da cultura do trigo, sendo que todas as avaliações de
 199 fitotoxicidade se ajustaram em uma equação linear (Figura 1). Houve diminuição da
 200 fitotoxicidade do trigo a cada avaliação feita, isto para todas as doses visto que aos 35 DAT a
 201 fitotoxicidade máxima era de 5%. Sintomas esses causados pelo efeito da auxina sobre os
 202 sinais indutores, os hormônios percebendo a auxina do herbicida interrompem os sinais
 203 naturais, como consequência se tem torções nas folhas e outras deformações (Ionescu &
 204 Penescu 2015).



205

206

207

208 FIGURA 1. Fitotoxicidade (%) avaliada aos 07 (A), 14 (B), 21 (C), 28 (D) e 35 (E) dias após a
 209 aplicação dos tratamentos (DAT) em trigo, cultivar ORS Vintecinco em função da aplicação
 210 de doses do herbicida 2,4-D e estádios de desenvolvimento.

211

212 Para os parâmetros fisiológicos da cultura do trigo, como a condutância estomática
 213 (G_s - $\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 (C_i - $\mu\text{mol mol}^{-1}$), atividade fotossintética (A -
 214 $\mu\text{mol mol}^{-1}$), uso eficiente da água (UEA - $\text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$) e eficiência de carboxilação
 215 (EC - $\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), não ocorreu diferença entre os estádios de aplicação (Tabela 4). Vale
 216 ressaltar que 28 DAT a fitotoxicidade visual não superou 7%, indicando recuperação das
 217 plantas de trigo (Tabela 2). Diante deste fato, destaca-se que o herbicida, objeto do estudo,
 218 não altera as características fisiológicas da cultura, possivelmente pela baixa fitotoxicidade e
 219 metabolização do herbicida pela cultura.

220

221 TABELA 4. Efeito do herbicida 2,4-D aplicado em diferentes doses e estádios sobre a
 222 condutância estomática (G_s - $\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 (C_i - $\mu\text{mol mol}^{-1}$),
 223 atividade fotossintética (A - $\mu\text{mol mol}^{-1}$), uso eficiente da água (UEA - $\text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$) e
 224 eficiência de carboxilação (EC - $\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de trigo, cultivar ORS Vintecinco.

Estádio de aplicação	Doses de 2,4-D (g e.a ha ⁻¹)					CV (%)
	0	349	698	1047	1396	
Condutância estomática (G_s - $\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$)						
Antes perfilhamento	0,34 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,38 ^{ns}	16,38
Perfilhamento	0,34	0,44	0,42	0,40	0,42	
Primeiro nó	0,34	0,42	0,34	0,44	0,40	
Emborrachamento	0,34	0,38	0,41	0,41	0,40	
Concentração interna de CO_2 (C_i - $\mu\text{mol mol}^{-1}$)						
Antes perfilhamento	291,33 ^{ns}	303,42 ^{ns}	298,20 ^{ns}	300,08 ^{ns}	301,83 ^{ns}	2,83
Perfilhamento	291,33	301,96	295,50	300,71	301,46	
Primeiro nó	291,33	303,83	288,58	302,92	304,58	
Emborrachamento	291,33	391,25	300,41	302,41	291,75	
Atividade fotossintética (A - $\mu\text{mol mol}^{-1}$)						
Antes perfilhamento	14,23 ^{ns}	14,12 ^{ns}	13,50 ^{ns}	12,30 ^{ns}	13,26 ^{ns}	11,59
Perfilhamento	14,23	13,49	13,97	12,99	13,44	
Primeiro nó	14,23	13,00	12,95	13,53	12,60	
Emborrachamento	14,23	13,55	13,38	13,05	14,07	
Uso eficiente da água (UEA - $\text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$)						
Antes perfilhamento	3,95 ^{ns}	4,09 ^{ns}	3,95 ^{ns}	3,95 ^{ns}	4,30 ^{ns}	14,61

Perfilhamento	3,95	3,85	3,92	3,94	4,15	
Primeiro nó	3,95	3,88	4,21	4,18	4,36	
Emborrachamento	3,95	4,38	3,92	4,39	3,84	
Eficiência de carboxilação (EC - mol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹)						
Antes perfilhamento	0,045 ^{ns}	0,049 ^{ns}	0,045 ^{ns}	0,041 ^{ns}	0,043 ^{ns}	
Perfilhamento	0,045	0,045	0,048	0,043	0,045	13,23
Primeiro nó	0,045	0,045	0,045	0,045	0,042	
Emborrachamento	0,045	0,047	0,045	0,044	0,049	

225 ns = não significativo

226

227 Com relação ao aumento das doses do herbicida 2,4-D, as variáveis fisiológicas
 228 avaliadas não mostraram alteração para o momento em que foi feita a avaliação e não se
 229 obteve ajuste das mesmas para nenhuma equação linear (Figura 2). Para a fotossíntese, além
 230 da ação do herbicida pode-se ter outros fatores que causem sua alternância como os fatores
 231 ambientais (Galon et al. 2010).

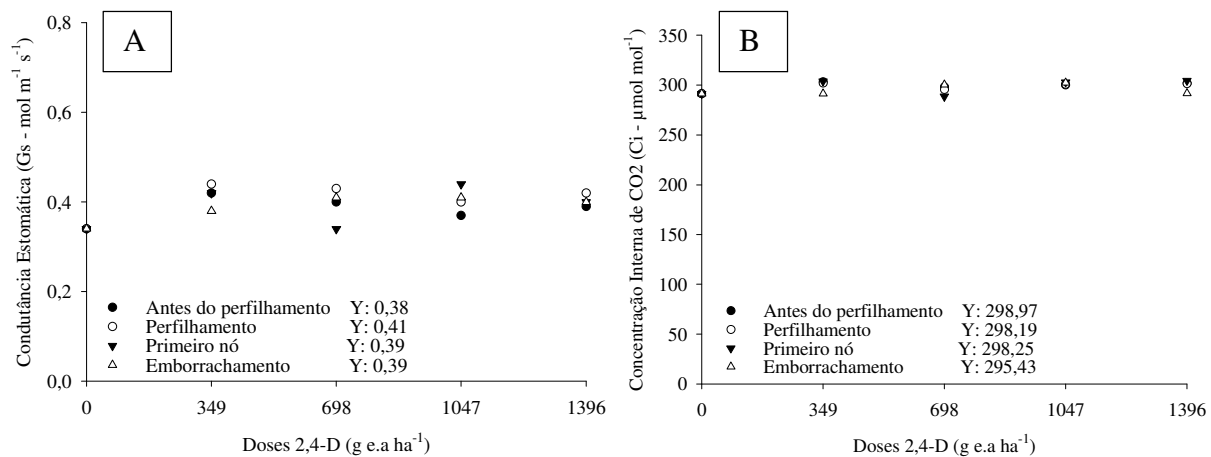
232 A eficiência de carboxilação está diretamente relacionada a atividade fotossintética,
 233 isso se deve ao fato da ocorrência do fechamento e abertura dos estômatos que regula a
 234 entrada de CO₂ na planta (Ferraz et al. 2012, Taiz et al. 2017). Com base nisso e considerando
 235 que o momento das avaliações foi distante das aplicações, é possível que a planta possa ter
 236 recuperado seu metabolismo, degradando o herbicida e com isso não apresentando diferenças
 237 para os parâmetros fisiológicos.

238

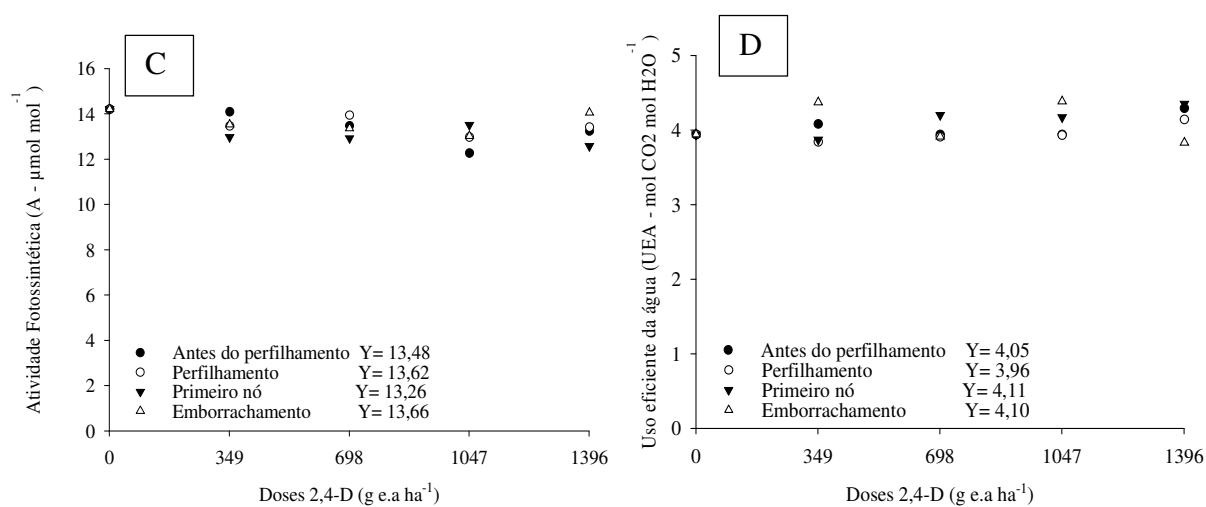
239

240

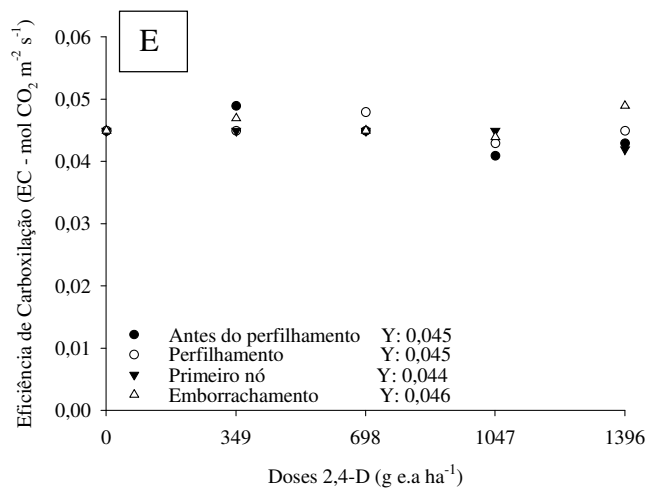
241



242



243

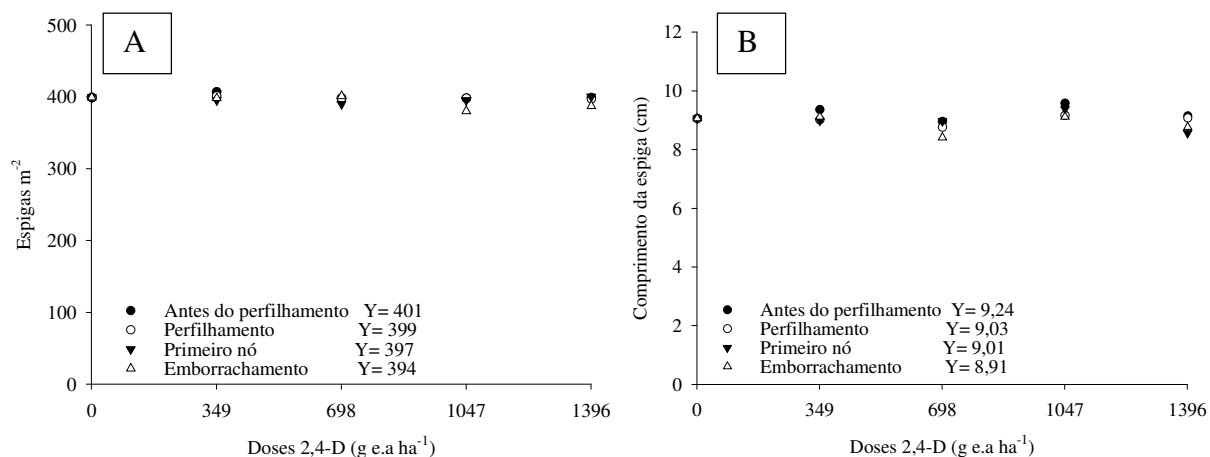


244

245 FIGURA 2. Efeito das doses do herbicida 2,4-D sobre a condutância estomática (A),
 246 concentração interna de CO₂ (B), atividade fotossintética (C), uso eficiente da água (D) e
 247 eficiência de carboxilação (E) em trigo, cultivar ORS Vintecinco.

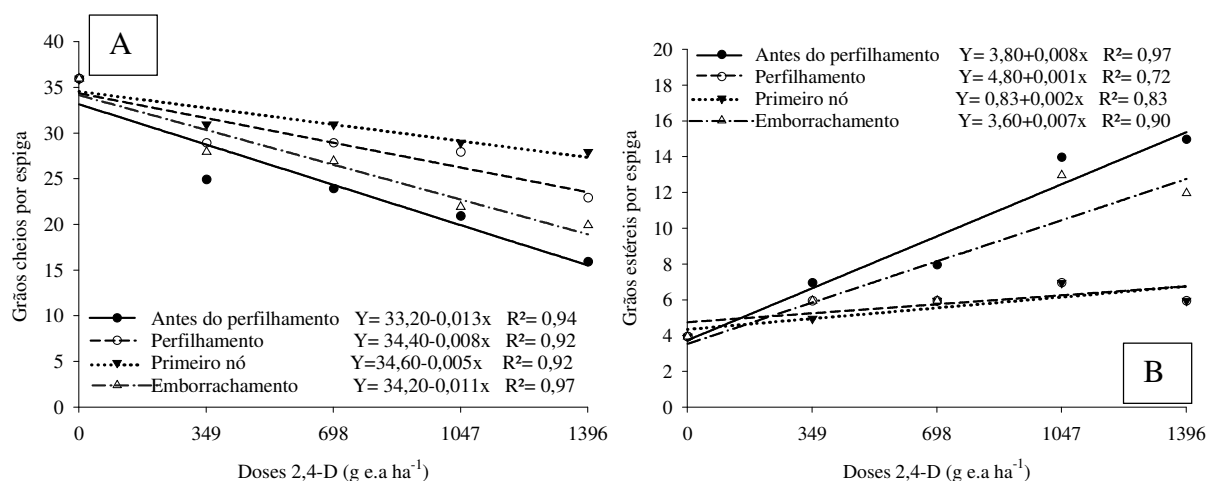
248

249 Quanto aos componentes de rendimento de grãos foi observado que o número de
 250 espigas m^{-2} e o comprimento das espigas não foi afetado pela aplicação do herbicida 2,4-D,
 251 pois não houve diferença entre os estádios avaliados e doses do herbicida (Tabela 3 e Figura
 252 3). Resultados semelhantes em relação ao número de espigas m^{-2} foram encontrados por
 253 Rodrigues et al. (2006), ao avaliarem o efeito da aplicação de herbicida hormonal em
 254 diferentes estádios de desenvolvimento do trigo. Esses autores observaram que o número de
 255 espigas m^{-2} não foi afetado por nenhum tratamento aplicado.



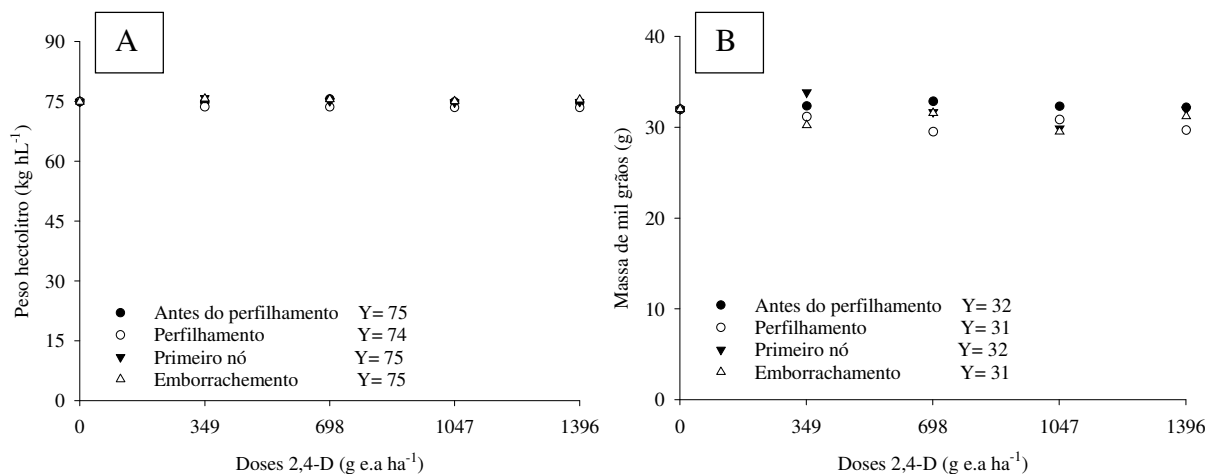
256
 257 FIGURA 3. Efeito das doses de 2,4-D sobre o número de espigas m^{-2} (A) e comprimento da
 258 espiga (B) em trigo, cultivar ORS Vintecinco.

259
 260 O número de grãos cheio por espiga apresentou diferença para os estádios de
 261 aplicação, tendo efeito negativo para os tratamentos onde foi aplicado o herbicida antes do
 262 perfilhamento e no emborrachamento (Tabela 3). A aplicação antes do perfilhamento foi a
 263 que gerou maior quantidade de grãos estéreis por espiga, influenciando diretamente na
 264 produtividade de grãos (Tabela 3). O aumento das doses de 2,4-D diminuiu linearmente o
 265 número de grãos por espiga, muito provavelmente pelo aumento da esterilidade dos grãos
 266 (Figura 4). Ionescu & Penescu (2015), ao trabalharem com o uso de diferentes herbicidas na
 267 cultura do trigo, incluindo o 2,4-D, observaram que o número de grãos cheios por espiga
 268 também diminuiu, porém a massa de mil grãos não foi alterada quando aplicado 2,4-D isolado.
 269 Resultados semelhantes foram encontrados por Rodrigues et al. (2006) com aplicações do
 270 herbicida auxínico Dicamba, tendo redução no número de grãos cheios por espiga causando
 271 perda de até 60% no rendimento de grãos de trigo.



272
 273 FIGURA 4. Efeito das doses de 2,4-D sobre o número de grãos cheios (A) e
 274 estéreis (B) por espiga na cultura do trigo.

275
 276 Para o peso hectolitro (kg hL⁻¹) e a massa de mil grãos não foram observadas
 277 diferenças entre os estádios de aplicação (Tabela 3). As variáveis também não sofreram
 278 alteração com o aumento das doses do 2,4-D (Figura 5). Em relação a massa de mil grãos
 279 Rodrigues et al. (2006) encontraram resultados semelhantes ao aplicar o herbicida hormonal
 280 dicamba não ocasionando efeito sobre essa variável.



281
 282 FIGURA 5. Efeito das doses de 2,4-D sobre o peso hectolitro (A) e massa de mil grãos (B)
 283 em trigo, cultivar ORS Vintecincin.

284
 285 Quanto a produtividade de grãos houve diferença entre os estádios em que foi aplicado
 286 o herbicida 2,4-D (Tabela 3). No perfilhamento e no primeiro nó foi observado maior
 287 produtividade que os demais estádios, somente para a dose de 349 g ha⁻¹ que não ocorreu
 288 mudança significativa entre os estádios de aplicação. Aplicações muito antecipadas como

289 antes do perfilhamento e muito tardias como no emborrachamento causaram diminuição na
290 produtividade do trigo (Tabela 3). Resultados semelhantes foram encontrados por Tottman
291 (1977), onde a aplicação de 2,4-D e MCPA muito precoces afetaram a morfologia da planta,
292 causando alterações nas folhas e espigas, isso por interferir na distribuição de folhas novas e
293 também primórdios de espiguetas.

294 Com o aumento das doses ocorreu a diminuição linear da produtividade de grãos
295 para todos os estádios em que foi aplicado o herbicida 2,4-D (Figura 6). Ao se comparar a
296 aplicação da maior dose (1396 g e.a ha⁻¹) contra a menor (0 g e.a ha⁻¹) de 2,4-D ocorreu
297 redução de 27,6, 18,8, 17,6 e 27,0% usando antes do perfilhamento, no perfilhamento, no
298 primeiro nó e no emborrachamento, respectivamente. Essa diminuição pode estar ligada ao
299 efeito da auxina sobre a divisão celular, alongamento e diferenciação vascular, que em doses
300 adequadas pode estimular os processos citados, mas quando em altas concentrações afetam os
301 processos de crescimento das plantas e provocam danos a cultura (Grossmann 2003,
302 Woodward & Bartel 2005)

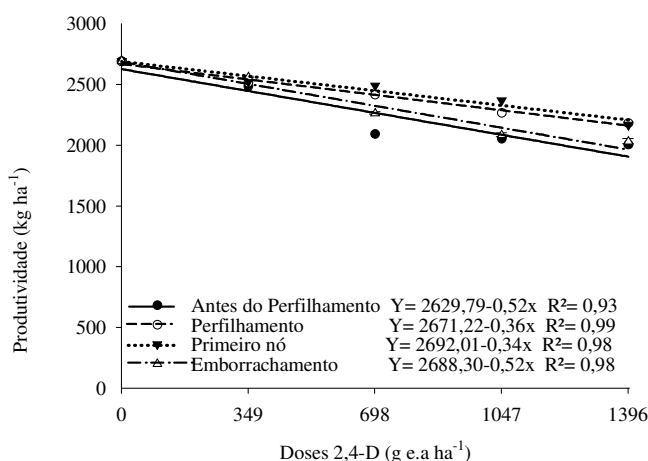


FIGURA 6. Efeito das doses do herbicida 2,4-D sobre a produtividade (kg ha⁻¹) em trigo, cultivar ORS Vintecinco.

315 TABELA 3. Número de grãos por m², comprimento das espigas (cm), número de grãos cheios
 316 e estéreis espiga⁻¹, peso hectolitro (kg hL⁻¹), massa de mil grãos (g) e produtividade (kg ha⁻¹)
 317 em função de doses do herbicida 2,4-D aplicadas em diferentes estádios de desenvolvimento
 318 em trigo, cultivar ORS Vintecinco.

Época de aplicação	Doses de 2,4-D (g e.a ha ⁻¹)					CV (%)
	0	349	698	1047	1396	
Espigas m ⁻²						
Antes perfilhamento	400 ^{ns}	408 ^{ns}	399 ^{ns}	399 ^{ns}	400 ^{ns}	5,19
Perfilhamento	400	402	399	399	398	
Primeiro nó	400	396	391	396	401	
Emborrachamento	400	399	402	381	388	
Comprimento de espigas (cm)						
Antes perfilhamento	9,07 ^{ns}	9,37 ^{ns}	8,97 ^{ns}	9,62 ^{ns}	9,15 ^{ns}	5,42
Perfilhamento	9,07	9,02	8,77	9,17	9,10	
Primeiro nó	9,07	9,00	8,97	9,40	8,57	
Emborrachamento	9,07	9,12	8,42	9,12	8,77	
Número de grãos cheios espiga ⁻¹						
Antes perfilhamento	36 ^{ns}	25 c ¹	24 d	21 b	16 d	2,45
Perfilhamento	36	29 a	29 b	28 a	23 b	
Primeiro nó	36	31 a	31 a	29 a	28 a	
Emborrachamento	36	28 b	27 c	22 b	20 c	
Número de grãos estéreis espiga ⁻¹						
Antes perfilhamento	4 ^{ns}	7 a	8 a	14 a	13 a	6,68
Perfilhamento	4	6 b	6 b	7 b	6 c	
Primeiro nó	4	5 b	6 b	7 b	6 c	
Emborrachamento	4	6 b	6 b	13 a	12 b	
Peso hectolitro (kg hL ⁻¹)						
Antes perfilhamento	74,95 ^{ns}	74,84 ^{ns}	75,61 ^{ns}	74,87 ^{ns}	74,73 ^{ns}	1,93
Perfilhamento	74,95	73,65	73,60	73,48	73,47	
Primeiro nó	74,95	75,86	75,08	74,79	74,90	
Emborrachamento	74,95	75,70	75,55	75,08	75,45	
Massa de mil grãos (g)						

Antes perfilhamento	32,05 ^{ns}	32,42 ^{ns}	32,91 ^{ns}	32,39 ^{ns}	32,25 ^{ns}	
Perfilhamento	32,05	31,24	29,59	30,91	29,77	6,68
Primeiro nó	32,05	33,89	31,73	29,94	32,02	
Emborrachamento	32,05	30,29	31,63	29,60	31,27	
Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)						
Antes perfilhamento	2694,8 ^{ns}	2488,8 ^{ns}	2097,6 c	2059,7 b	2010,8 b	4,62
Perfilhamento	2694,8	2519,6	2420,2 a	2270,8 a	2187,9 a	
Primeiro nó	2694,8	2526,6	2494,1 a	2372,6 a	2171,8 a	
Emborrachamento	2694,8	2562,8	2265,3 b	2086,4 b	2033,9 b	

319 ¹ Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott
320 (p<0,05). ns = não significativo

321

322

CONCLUSÕES

323 Os melhores estádios para se fazer aplicação do herbicida 2,4-D são no perfilhamento
324 e no primeiro nó, sendo que a aplicação antes do perfilhamento e no emborrachamento
325 acarretaram em maior perda de produtividade de grãos de trigo cultivar ORS Vintecinco.

326 A melhor dose será a dose mínima de 349 g e.a ha⁻¹ para obtenção de controle
327 satisfatório das plantas daninhas na cultura do trigo, no estádio de primeiro nó.

328 O aumento das doses do herbicida 2,4-D indiferentemente do estádio de aplicação
329 reduz a produtividade de grãos de trigo cultivar ORS Vintecinco.

330

331

REFERÊNCIAS

332

333 AGOSTINETTO D et al. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do
334 trigo. *Planta Daninha*. v.26, n.2, 271-278, 2008.

335 CONAB. 2018. *Analises do Mercado: Histórico Mensal de Trigo*. Disponível em:
336 <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 07 setembro. 2018.

337 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro
338 Nacional de Pesquisa Agropecuária de Solos (Brasília, DF). *Sistema brasileiro de*
339 *classificação de solos*. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Brasília, DF: Embrapa
340 Solos, 2013. 154 p.

341 FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018). Disponível
342 em: <<http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/>>. Acesso em: 28 dez. 2018.

343 FERRAZ, R. L. S. et al., Trocas gasosas e eficiência fotossintética em ecótipos de feijoeiro
344 cultivados no semiárido. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.42, n.2, p.181-188, 2012.

345 GALON, L. et al. Habilidade competitiva de cultivares de sorgo sacarino com plantas
346 daninhas. *Planta Daninha*. v.36, s/n p.1-13 2018.

347 GALON, L. et al. Weed interference period and economic threshold level of ryegrass in
348 wheat. *Bragantia*, v.78, 2019. NO PRELO.

349 GALON, L. et al. Efficacy and phytotoxicity of herbicides applied for the handling of weeds
350 that infest wheat. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.14, n.2, p.128-140, 2015.

351 GALON, L. et al. Eficiência de uso da água em genótipos de cana-de-açúcar submetidos a
352 aplicação de herbicidas. *Planta Daninha*, v.28, n.4, p.777-784, 2010.

353 GALON, L. et al. Habilidade competitiva de cultivares de cevada convivendo com azevém.
354 *Planta Daninha*, v.29, n.4, p.771-781, 2011.

355 GROSSMANN, K. Auxin herbicides: current status of mechanism and mode of action. *Pest*
356 *Management Science*, v.66, n.2, p.113-120, 2010.

357 GROSSMANN, K. Mediation of herbicide effects by hormone interactions. *Journal of Plant*
358 *Growth Regulation*, v.22, n.1, p.109-122, 2003.

359 IONESCU, N.; PENESCU, A. Aspects of Winter Wheat Physiology Treated with Herbicides.
360 *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, v.6, s/n, p.52-57, 2015.

361 LAMEGO, F. P. et al. Habilidade competitiva de cultivares de trigo com plantas daninhas.
362 *Planta Daninha*, v.31, n.3, p.521-531, 2013.

363 MORTENSEN, D. A. et al. Navigating a critical juncture for sustainable weed management.
364 *Bioscience*, v.62, n.1, p.75-84, 2012.

365 REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE.
366 Informações técnicas para trigo e triticales – safra 2018. Cascavel: Embrapa, 2018. 258 p.

367 RODRIGUES, O. Efeito da aplicação de herbicida hormonal em diferentes estádios de
368 desenvolvimento de trigo (*Triticum aestivum* L. Cvs. Embrapa 16 e BR 23). *Revista*
369 *Brasileira de Herbicidas*, v.5, n.1, p.19-29, 2006.

370 ROLAS. 2016. Rede oficial de laboratórios de análise de solo e de tecido vegetal. *Manual de*
371 *calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. 11ª ed., Porto
372 Alegre: S.B.C.S., 376 p.

373 ROMAN, E.S. et al. Manejo e controle de plantas daninhas em trigo. Passo Fundo: Embrapa
374 Trigo, 2006. 12p. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 63) Acesso: 06/06/2019. Disponível
375 em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/852518/1/pdo63.pdf>>

376 SBCPD - Sociedade brasileira da ciência das plantas daninhas. *Procedimentos para*
377 *instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas*. Londrina: SBCPD, 1995.
378 42p.

379 SKIBA, E.; WOLF, W.M. Commercial phenoxyacetic herbicides control heavy metal uptake
380 by wheat in a divergent way than pure active substances alone. *Environmental Sciences*
381 *Europe*, v.29, n.1, p.1-6, 2017.

382 TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. Fisiologia e Desenvolvimento
383 Vegetal. Artmed, 6ª ed. Porto Alegre-RS, 888 p. 2017.

384 TIMOSSI, P. C.; FREITAS, T. T.; Eficácia de nicosulfuron isolado e associado com atrazine
385 no manejo de plantas daninhas em milho. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.10, n.3, p.210-
386 218, 2011.

387 TOTTMAN, D. R. The identification of growth stages in winter wheat with reference to the
388 application of growth regulator herbicides. *Annals of Applied Biology*, v. 87, n.2, p. 213-224,
389 1977.

390 WOODWARD, A.W.; BARTEL, B. Auxin: regulation, action, and interaction. *Annals of*
391 *Botany*, v.95, n.5, p.707-735, 2005.

392

393

394

ANEXOS

395

396

ANEXO I:

397

Normas para submissão de artigos da Revista Pesquisa Agropecuária Tropical:

398

399 Diretrizes para Autores

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

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

414 A revista PAT recomenda a submissão de artigos com, no máximo, 5 (cinco) autores. A partir
415 deste número, uma descrição detalhada da contribuição de cada autor deve ser encaminhada
416 ao Conselho Editorial (lembre-se de que, às vezes, a seção “Agradecimentos” é mais
417 apropriada que a autoria).

418 Durante a submissão *on-line*, o autor correspondente deve atestar, ainda, em nome de todos os
419 autores, a originalidade e ineditismo do trabalho (trabalhos já disponibilizados em anais de
420 congresso não são considerados inéditos, por tratarem-se de uma forma de publicação e ampla
421 divulgação dos resultados), a sua não submissão a outro periódico, a conformidade com as
422 características de formatação requeridas para os arquivos de dados, bem como a concordância
423 com os termos da Declaração de Direito Autoral, que se aplicará em caso de publicação do

424 trabalho. Por fim, deve-se incluir os chamados metadados (informações sobre os autores e
425 sobre o trabalho, tais como título, resumo, palavras-chave) e transferir os arquivos com o
426 manuscrito e documento suplementar (anuência dos autores).

427 Se o trabalho envolveu diretamente animais ou seres humanos como sujeitos da pesquisa,
428 deve-se comprovar a sua aprovação prévia por um Comitê de Ética em pesquisa.
429

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

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

442 1. Os Artigos Científicos devem ser estruturados na ordem: *título* (máximo de 20
443 palavras); *resumo* (máximo de 250 palavras; um bom resumo primeiro apresenta o problema
444 para, depois, apresentar os objetivos do trabalho); *palavras-chave* (no mínimo, três palavras,
445 e, no máximo, cinco, separadas por vírgula); *Introdução*; *Material e Métodos*; *Resultados e*
446 *Discussão*; *Conclusões*; *Agradecimentos* (se necessário, em parágrafo único)
447 e *Referências*. Chamadas relativas ao título do trabalho e os nomes dos autores, com suas
448 afiliações e endereços (incluindo *e-mail*) em notas de rodapé, bem como agradecimentos,
449 somente devem ser inseridos na versão final corrigida do manuscrito, após sua aceitação
450 definitiva para publicação.

451 2. As citações devem ser feitas no sistema “autor-data”. Apenas a inicial do sobrenome do
452 autor deve ser maiúscula e a separação entre autor e ano é feita somente com um espaço em
453 branco. Ex.: (Gravena 1984, Zucchi 1985). O símbolo “&” deve ser usado no caso de dois

454 autores e, em casos de três ou mais, “et al.”. Ex.: (Gravena & Zucchi 1987, Zucchi et al.
455 1988). Caso o(s) autor(es) seja(m) mencionado(s) diretamente na frase do texto, utiliza-se
456 somente o ano entre parênteses. Citações de citação (citações secundárias) devem ser
457 evitadas, assim como as seguintes fontes de informação: artigo em versão preliminar (no prelo
458 ou *preprint*) ou de publicação seriada sem sistema de arbitragem; resumo de trabalho ou
459 painel apresentado em evento científico; comunicação oral; informações pessoais;
460 comunicação particular de documentos não publicados, de correios eletrônicos, ou
461 de *sites* particulares na Internet.

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

467 4. As tabelas (também com corpo 12 e espaçamento duplo) e figuras (dispostas no decorrer do
468 texto) devem ser identificadas numericamente, com algarismos arábicos, e receber chamadas
469 no texto. As tabelas devem ser editadas em preto e branco, com traços simples e de espessura
470 0,5 ponto (padrão *Word for Windows*). As figuras devem ser apresentadas com resolução
471 mínima de 300 dpi.

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

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

482 7. Endereço e contatos:

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

491

492 Declaração de Direito Autoral

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

500

501 Política de Privacidade

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

505