

## 1 SELETIVIDADE DO HERBICIDA TEMBOTRIONE À CULTURA DO MILHETO

2  
3  
4 Selectivity of herbicide tembotrione for pearl millet5  
6  
7 DAN, H.A.<sup>1</sup>; BARROSO, A.L.L.<sup>2</sup>; DAN, L.G.M.<sup>3</sup>; OLIVEIRA JR., R.S.<sup>4</sup>;  
8 PROCÓPIO, S.O.<sup>5</sup>; FREITAS, A.C.R.<sup>6</sup>; CORREA, F.M.<sup>7</sup>9  
10 **Resumo**11  
12 O milheto é uma espécie de destaque em cultivos de sucessão na região dos  
13 cerrados brasileiros, evidenciando a importância de novos estudos referente à  
14 seletividade de herbicidas para o manejo de plantas daninhas nesta cultura. Com esse  
15 intuito, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a seletividade do herbicida  
16 tembotrione aplicado em pós-emergência na cultura do milheto. Foram realizados dois  
17 ensaios, avaliando-se primeiramente o efeito do herbicida sobre três cultivares de  
18 milheto (ADR-300, ADR-500 e ADR-7010) em condições de casa de vegetação.  
19 Posteriormente o híbrido ADR-7010 foi submetido, no campo, a doses crescentes de  
20 tembotrione aplicados em dois estádios de desenvolvimento das plantas (quatro e sete  
21 folhas completamente desenvolvidas). Em casa de vegetação os cultivares apresentaram  
22 percentuais semelhantes de redução no acúmulo de massa seca da parte aérea, após  
23 utilização de 75,5 g de i.a. ha<sup>-1</sup> no estádio de quatro folhas expandidas. Em condição de  
24 campo o tembotrione mostrou maior potencial de fitotoxicidade ao ser aplicado nos  
25 estádios mais precoces do híbrido ADR-7010. A seletividade do tembotrione é alterada  
26 em função da dose e do estádio fenológico da cultura do milheto no momento da  
27 aplicação do herbicida. O uso de tembotrione na cultura do milheto em áreas destinadas

---

<sup>1</sup> Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM/NAPD), Av. Colombo 5790, 87020-900, Maringá, PR. E-mail: <[halmeidadan@gmail.com](mailto:halmeidadan@gmail.com)>.

<sup>2</sup> Professor da Faculdade de Agronomia da FESURV.

<sup>3</sup> Mestranda, Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

<sup>4</sup> Professor do Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá (UEM/NAPD), Av. Colombo 5790, 87020-900, Maringá, PR.

<sup>5</sup> Pesquisador, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 49025-040 Aracaju-SE.

<sup>6</sup> Graduando(a) em Agronomia da FESURV.

<sup>7</sup> Doutorando, Programa de Pós-Graduação em Estatística Experimental, Universidade Federal de Lavras (UFLA).

28 à produção de grãos mostra-se como uma alternativa viável no controle de plantas  
29 daninhas.

30

31 **Palavras chaves:** Plantas daninhas, *Pennisetum glaucum*, tricetonas,

32

33 **Abstract**

34

35 **Key words:** Weeds, *Pennisetum glaucum*, tricetones.

36

37 **Introdução**

38

39 O milheto (*Pennisetum glaucum*) é uma espécie originária do continente  
40 africano com dupla aptidão, servindo tanto para a produção de forragem destinada à  
41 produção animal quanto para consumo humano (grãos) (Scaléa, 1998). É uma gramínea  
42 anual muito utilizada nas regiões de clima tropical, de ciclo anual, hábito de  
43 crescimento ereto, porte alto, com desenvolvimento uniforme e bom perfilhamento,  
44 mesmo em condições de baixa disponibilidade hídrica (Kissmann, 2007).

45 Devido a sua grande adaptação e difusão no bioma dos cerrados, vem ganhando  
46 destaque nos últimos anos, especialmente após o lançamento de híbridos de alto  
47 potencial produtivo, oriundos do melhoramento genético. Isso fez com que essa planta  
48 deixasse de ser uma simples espécie de cobertura ou produção de palha para o plantio  
49 direto, passando a ser considerada uma cultura de valor econômico para produção de  
50 grãos e forragem.

51 Apesar da rusticidade, o milheto apresenta crescimento inicial lento tornando-se  
52 vulnerável à interferência causada pela matocompetição. Neste contexto, as plantas  
53 daninhas podem tornar-se um fator limitante para o desenvolvimento da cultura.  
54 Segundo Carson (1987), na ausência de controle das plantas daninhas durante o período  
55 crítico de prevenção da interferência, que vai de duas até sete semanas após a  
56 emergência das plantas, pode reduzir a produtividade de grãos em até 36%. Para  
57 Berglund (1998), o controle de plantas daninhas nessa cultura deve ser realizado  
58 precocemente, pois as plantas de milheto só toleram a presença de plantas daninhas até  
59 atingirem de 15 a 20 cm de altura.

60 Assim como na maioria das espécies cultivadas, o controle químico é uma  
61 ferramenta imprescindível no manejo integrado de plantas daninhas, principalmente em

62 cultivos extensivos. Apesar de ser uma espécie que vem ganhado destaque na região dos  
63 cerrados, não existe no mercado brasileiro nenhum herbicida registrado para uso na  
64 cultura do milho (Pereira Filho et al., 2003). Controle flexível e eficiente de espécies  
65 latifoliadas tem sido obtido com herbicidas como atrazine (Ndahi et al., 1980), 2,4-D  
66 (Shaw & Arnold, 2002; Farinelli et al., 2005; Pacheco et al., 2007) e carfentrazone-ethyl  
67 (Lyon et al., 2007), contudo opções para o controle de gramíneas na cultura do milho  
68 ainda não foram identificadas.

69       Dentre os herbicidas de ação graminicida e latifolicida com potencial para  
70 utilização em pós-emergência na cultura do milho destacam-se os herbicidas  
71 inibidores de carotenóides, principalmente os que inibem a enzima  
72 hydroxyphenylpyruvate dioxygenase (HPPD) (Miller & Regehr, 2002; Abit et al., 2009;  
73 Dan et al., 2009). Esses herbicidas promovem um branqueamento nas folhas, resultado  
74 da degradação oxidativa da clorofila e da membrana plasmática, gerando  
75 extravasamento do suco celular, promovendo a necrose dos tecidos (Mitchell et al.,  
76 2001; Armel et al., 2003; Grossmann & Ehrhardt, 2007).

77       Algumas espécies cultivadas, como o milho, apresentam tolerância a esses  
78 herbicidas. Nesse caso, a seletividade dos herbicidas inibidores da HPPD ocorre pelo  
79 rápido metabolismo de suas moléculas, devido principalmente à ação da hemoproteína  
80 citocromo P-450 (Mitchell et al., 2001; Pataky et al., 2008).

81       O herbicida tembotrione, lançado recentemente no Brasil para uso em pós-  
82 emergência na cultura do milho, tem apresentado desempenho satisfatório no controle  
83 de plantas daninhas, principalmente de gramíneas. Segundo Waddington & Young  
84 (2006), este herbicida apresenta o *safener* isoxadifen-ethyl, que confere maior  
85 seletividade para as culturas do milho e milho pipoca. Ao avaliar os herbicidas  
86 mesotrione, topramesone e tembotrione no controle de plantas daninhas na cultura do  
87 milho, Bollman et al. (2008) constataram que o tembotrione causou menor injúria  
88 quando comparado aos demais.

89       Para que a cultura do milho continue se expandindo no nosso País é de  
90 fundamental importância a identificação de herbicidas de aplicação em pós-emergência  
91 com ação sobre gramíneas, que apresentem seletividade a essa cultura. Nesse contexto,  
92 o objetivo do presente trabalho foi avaliar a seletividade do herbicida tembotrione à  
93 cultura do milho, em aplicações realizadas em dois estádios fenológicos.

94

**95 Material e métodos**

96 Dois experimentos foram conduzidos durante o período de dezembro a março de  
97 2009, no município de Rio Verde-GO (17°47'24" S, 50°56'31" W, a 698 de altitude).  
98 Ambos experimentos foram implantados em Latossolo Vermelho distroférico,  
99 apresentando as seguintes características: pH em água: 6,1; Ca: 2,36 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg:  
100 1,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al: 0,01 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K: 35 mg dm<sup>-3</sup>; P: 2,07 mg dm<sup>-3</sup>; CTC: 9,6 cmol<sub>c</sub>  
101 dm<sup>-3</sup>; MO: 21,67 g kg<sup>-1</sup>, Argila 280 g kg<sup>-1</sup>, Silte 400 g kg<sup>-1</sup> e Areia 320 g kg<sup>-1</sup>.

102

**103 Experimento em casa de vegetação**

104 As unidades experimentais foram compostas de vasos com 10 dm<sup>3</sup> de solo. No  
105 momento da semeadura, realizou-se adubação de base equivalente a 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  
106 (super fosfato simples), 20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio) e 20 kg ha<sup>-1</sup> de  
107 nitrogênio (sulfato de amônia).

108 O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com seis  
109 repetições, em esquema fatorial 3 x 2 correspondendo a três cultivares de milho  
110 (ADR-300, ADR-500 e ADR-7010) submetidos a duas doses de tembotrione (Soberan  
111 400<sup>®</sup>): 0 e 75,5 g de i.a. ha<sup>-1</sup>.

112 A semeadura foi realizada a 1,5 cm de profundidade e uma semana após a  
113 emergência, as plântulas foram desbastadas, sendo mantidas três plantas por unidade  
114 experimental. A irrigação foi realizada mantendo-se 70% da capacidade de campo.

115 Os tratamentos foram aplicados no estágio fenológico de cinco folhas  
116 completamente expandidas, cerca de 22 dias após a emergência da cultura. A aplicação  
117 foi realizada com pulverizador costal com pressurização por CO<sub>2</sub>, munido de quatro  
118 pontas de pulverização do tipo TT 110-02 (barra de 2 m, 0,5 m entre pontas), utilizando  
119 um volume de calda equivalente a 100 L ha<sup>-1</sup>. Foi adicionado à calda 0,5% v/v de óleo  
120 vegetal (Áureo<sup>®</sup>). As condições ambientais no momento das aplicações eram:  
121 temperatura média de 25,1°C, UR média de 81% e velocidade do vento média de 2,1  
122 km h<sup>-1</sup>.

123 As avaliações de fitointoxicação foram realizadas aos 7, 14 e 21 dias após a  
124 aplicação dos tratamentos (DAA), utilizando-se escala percentual de 0 (zero) a 100%,  
125 onde 0 (zero) representa ausência de sintomas e 100% representa morte de todas as  
126 plantas. Foram determinadas ainda a altura das plantas (medida com uma régua  
127 graduada, tendo como base o colo da planta à extremidade final da última folha) aos 43

128 dias após a emergência e a biomassa seca de toda a parte aérea, a qual após coleta foi  
129 secada em estufa com circulação de ar a 65°C durante um período de 72 horas.

130 Os resultados referentes aos níveis de fitointoxicação foram submetidos à  
131 transformação ( $\sqrt{x+1}$ ) para seguir os pressupostos necessários para a análise de  
132 variância, que foi realizada com o programa estatístico Sisvar. As médias das variáveis  
133 significativas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

134

### 135 **Experimento a campo**

136 A semeadura do milho (cv. ADR-7010) ocorreu na primeira semana de janeiro  
137 de 2009. As unidades experimentais constaram de parcelas de 21 m<sup>2</sup> onde o milho foi  
138 semeado, na densidade de 6,0 sementes por metro, com espaçamento de 0,5 m entre  
139 linhas. Antes da semeadura, que ocorreu logo após a colheita da soja, a área foi  
140 dessecada com 1.080 g e.a. ha<sup>-1</sup> de glyphosate. No momento da semeadura, realizou-se  
141 uma adubação de base composta de 150 kg de N-P-K, 8-20-18. Foram realizadas ainda  
142 duas adubações de cobertura de 20 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (sulfato de amônia) aos 14 e  
143 aos 33 dias após a emergência da cultura.

144 O ensaio foi conduzido no delineamento de blocos casualizados com quatro  
145 repetições, em esquema fatorial 5 x 2, correspondendo a cinco doses de tembotrione  
146 (Soberan 400<sup>®</sup>): 0, 63, 126, 189 e 252 g de i.a. ha<sup>-1</sup>, aplicadas em dois estádios  
147 fenológicos da cultura: Estádio 1 (plântulas com quatro folhas completamente  
148 expandidas, 18 dias após a emergência da cultura) e Estádio 2 (plantas com sete folhas e  
149 dois afilhos, 26 dias após a emergência).

150 A aplicação dos tratamentos herbicidas foi realizada com o mesmo equipamento  
151 e volume de calda descrito no experimento de casa de vegetação. Foi adicionado à calda  
152 0,5% v/v de óleo vegetal (Áureo<sup>®</sup>). As condições ambientais no momento das  
153 aplicações foram as seguintes: Estádio 1 (temperatura média de 25,1°C, UR média de  
154 81% e velocidade do vento média de 2,1 km h<sup>-1</sup>); Estádio 2 (temperatura média de  
155 26,2°C, UR média de 82% e velocidade do vento média de 2,4 km h<sup>-1</sup>). Todas as  
156 aplicações foram iniciadas às 8:30 h.

157 As avaliações de fitointoxicação foram realizadas aos 7, 14 e 21 dias após a  
158 aplicação dos tratamentos (DAA), utilizando-se escala percentual descrita no  
159 experimento de casa de vegetação. Aos 45 DAE foi realizada avaliação de estande, por  
160 meio da contagem do número de plantas emergidas em 2 metros lineares localizado nas  
161 linhas centrais da parcela. Determinou-se ainda a altura das plantas (medida com uma

162 régua graduada, tendo como base o colo da planta a extremidade final da espiga) aos 55  
163 dias após a emergência; a biomassa verde acumulada de toda a parte aérea, obtida no  
164 ponto de rolagem, que acontece no início do florescimento da cultura; e a biomassa seca  
165 em estufa com circulação de ar a 65°C após secagem durante período de 72 horas. Ao  
166 final da fase reprodutiva determinou-se a produtividade da cultura, estimada por meio  
167 da colheita de 2 metros lineares de área útil da parcela, sendo que logo após a colheita o  
168 material foi trilhado e a umidade dos grãos corrigida para 13%. Os dados de biomassa,  
169 altura de planta e produtividade foram transformados em valores percentuais em relação  
170 ao tratamento testemunha.

171 Os resultados referentes aos níveis de fitointoxicação foram submetidos à  
172 transformação ( $\sqrt{x+1}$ ) para seguir os pressupostos necessários para a análise de  
173 variância, que foi realizada com o programa estatístico Sisvar. Foram ajustados modelos  
174 lineares de regressão para as variáveis-resposta que apresentaram significância,  
175 utilizando-se posteriormente o programa Sigma Plot versão 10.0 para a confecção das  
176 curvas de regressão.

177

## 178 **Resultados e Discussão**

179

### 180 **Experimento em casa de vegetação**

181 Houve interação significativa para os diferentes cultivares de milho quando  
182 submetidos à dose de 75,5 g ha<sup>-1</sup> de tembotrione para as variáveis fitointoxicação e  
183 massa seca da parte aérea. Aos 7 dias após a aplicação do herbicida (DAA) (Tabela 1),  
184 observou-se branqueamento nas folhas ou sintomas algumas vezes com tonalidades  
185 rosadas ou violáceas, típicos dos herbicidas inibidores da síntese de pigmentos  
186 carotenóides, semelhantes aos observados por Felix & Doohan (2005) e Dan et al.  
187 (2009). Durante esse período todos os cultivares apresentaram fitointoxicação  
188 significativa em relação às plantas que não receberam o herbicida, sendo a intensidade  
189 dos sintomas variável entre 17 e 23%, sendo que, nessa avaliação, o cultivar ADR-7010  
190 apresentou maior nível de injúrias em relação ao cultivar ADR-300. Embora tenha  
191 havido injúrias perceptíveis em todos os cultivares aos 7 DAA, todos apresentaram  
192 recuperação dos efeitos iniciais do herbicida, constatando-se injúrias inferiores a 10%  
193 aos 14 DAA, e nenhum sintoma visual perceptível aos 21 DAA (dados não  
194 apresentados).

195

196 **Tabela 1.** Fitointoxicação e porcentagem de redução da biomassa seca da parte aérea  
 197 (BSPA) em relação à testemunha, obtida em função da dose do herbicida tembotrione e  
 198 do cultivar de milho avaliado.

Cultivar	Fitointoxicação 7 DAA (%)		Redução da BSPA (%)	
	Dose g ha <sup>-1</sup>			
	0	75,5	0	75,5
ADR-300	0,0 aB	17,5 bA	0,0 aB	5,75 aA
ADR-500	0,0 aB	19,3 abA	0,0 aB	8,25 aA
ADR-7010	0,0 aB	23,5 aA	0,0 aB	7,13 aA
CV%	16,3		12,1	
DMS	4,45 (coluna) e 3,66 (linha)		2,31 (coluna) e 1,92 (linha)	

199 Médias seguidas de mesma letra (minúscula na coluna e maiúscula na linha) não diferem entre  
 200 si pelo teste de Tukey  $p \geq 0,05$ .

201

202 Quanto ao acúmulo de biomassa seca da parte aérea, avaliado aos 43 dias após a  
 203 aplicação do tembotrione (Tabela 1), verificou-se efeitos negativos da aplicação do  
 204 herbicida para todos os cultivares de milho. Apesar dos tratamentos proporcionarem  
 205 reduções significativas em relação ao acúmulo de massa seca da testemunha, a  
 206 porcentagem de redução foi semelhante para todos os cultivares. Semelhantes resultados  
 207 foram observados por Dan et al. (2009) após a utilização de 75,5 g ha<sup>-1</sup> de tembotrione  
 208 na cultura do milho.

209 Diante destes resultados, constatou-se a importância de avaliar a relação dose-  
 210 resposta em diferentes estádios de aplicação. Além disso, passou a ser relevante avaliar  
 211 se a cultura do milho seria, em condições de campo, capaz de recuperar-se em termos  
 212 de crescimento e produtividade em relação às injúrias observadas logo após a aplicação  
 213 do tembotrione. Uma vez que não foram observadas diferenças significativas de  
 214 respostas em relação ao acúmulo de biomassa entre os cultivares, optou-se pelo híbrido  
 215 ADR-7010 para o ensaio de campo, em função da maior aptidão deste para a produção  
 216 de grãos na região dos cerrados.

217

## 218 **Experimento em campo**

219

220 Os resultados da análise de variância (Tabela 2) indicaram que houve interação  
 221 significativa a 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ) para as variáveis fitointoxicação (7 e 21  
 222 DAA), biomassa verde e seca, altura de planta e rendimento do milho cv. ADR-7010,  
 223 em relação às doses de tembotrione aplicados em dois estádios fenológicos.

224

225 **Tabela 2.** Resumo da análise de variância, com os quadrados médios, para as variáveis:  
 226 fitointoxicação, biomassa verde e seca, altura de planta e rendimento da cultura do  
 227 milho em função do estágio e doses de tembotrione.

F.V.	G.L.	Fitointoxicação		Biomassa		Altura	Rendimento
		7DAA	21DAA	verde	seca		
Bloco	3	5,625ns	10,625ns	5,625ns	6,587ns	0,002ns	10,439*
Herbicida	4	4468,100*	1854,243*	247,601*	1707,25*	0,182*	1492,710*
Estádio	1	366,025*	38,024*	87,025*	39,601*	0,019*	287,296*
H x E	4	32,025*	8,401*	38,27*	17,591*	0,016*	74,993*
Resíduo	27	3,190	2,976	2,68	2,403	0,001	4,765
Média		27,57	12,65	14,17	14,32	2,21	13,19
CV%		6,26	12,43	11,23	10,37	5,43	16,60

228 \* significativo a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

229 <sup>ns</sup> não-significativo pelo teste F.

230 O cultivar de milho ADR-7010 apresentou diferentes níveis de fitointoxicação  
 231 quando submetido a doses crescentes de tembotrione. Dentro do intervalo de doses  
 232 estudado, observa-se inicialmente sete dias após a aplicação (DAA) que os níveis de  
 233 fitointoxicação máximos apresentados pela cultura foram de 63 e 53%, respectivamente,  
 234 para aplicações realizadas no momento em que as plantas se encontravam com 4 e 7  
 235 folhas completamente expandidas, respectivamente (Figura 1A). Analisando as  
 236 equações lineares ajustadas observa-se que para o intervalo de 75 a 100 g ha<sup>-1</sup> (faixa de  
 237 dose recomendada para o manejo de plantas daninhas na cultura do milho), valores de  
 238 fitointoxicação variaram de 18 a 24% para o estágio de quatro folhas e de 13 a 18% se  
 239 aplicado no estágio de sete folhas. Abit et al. (2009) observaram que alguns genótipos  
 240 de sorgo granífero chegaram a apresentar 60% de fitointoxicação quando submetidos a  
 241 240 g ha<sup>-1</sup> do herbicida mesotrione, aplicado no estágio de quatro folhas. Segundo esses  
 242 autores, esses níveis de injúria acabaram por comprometer seriamente o rendimento de  
 243 alguns cultivares de sorgo.

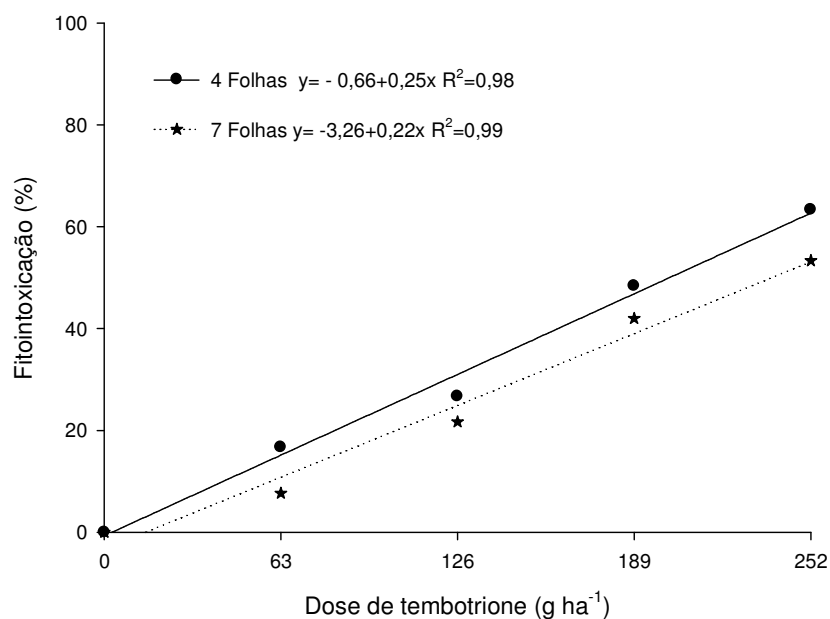
244 Os demais sintomas pronunciados de fitointoxicação no campo (7 DAA) foram  
 245 semelhantes aos observados em casa de vegetação, ou seja, branqueamento das folhas e  
 246 algumas vezes verificou-se a presença de manchas de coloração rosada ou violácea,  
 247 principalmente, nas folhas novas. Resultados semelhantes foram observados por Karam  
 248 et al. (2003) com a utilização de clomazone na cultura do milho e por Felix & Doohan  
 249 (2005) em plantas de sorgo submetidas ao mesotrione. Segundo Grossmann & Ehrhardt  
 250 (2007), a inibição da síntese de carotenóides causada pela ação do herbicida leva à  
 251 decomposição da clorofila pela luz, como resultado da perda da fotoproteção fornecida

252 pelos carotenóides. Este fato resulta na degradação oxidativa da clorofila e em casos  
 253 mais extremos à oxidação das membranas celulares.

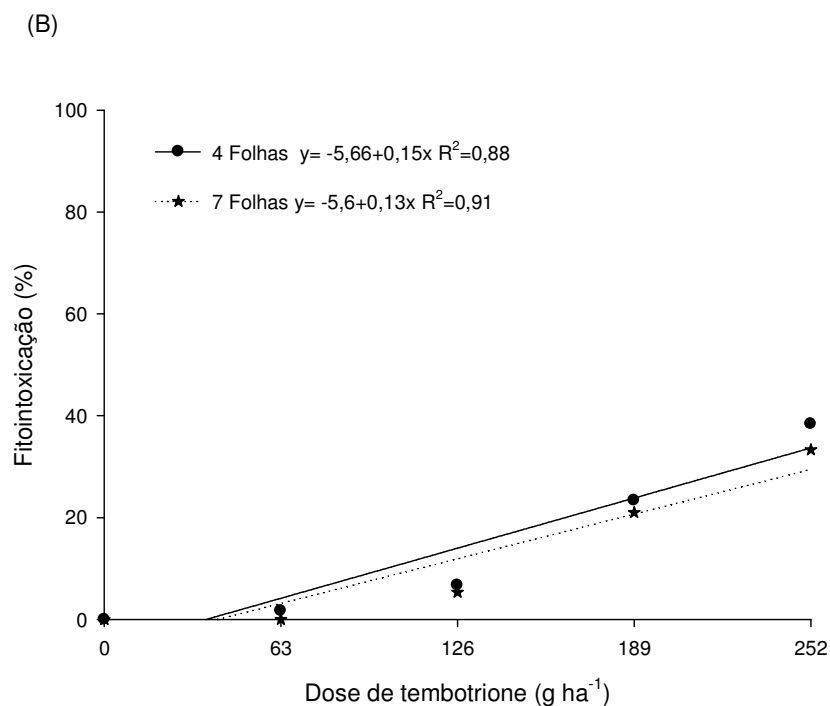
254 Aos 14 DAA, observou-se que os sintomas relacionados à fitointoxicação  
 255 causada pelo herbicida apresentaram menor intensidade, mostrando ligeira recuperação  
 256 do cultivar (dados não apresentados). Apesar desses resultados a tendência verificada na  
 257 primeira avaliação foi mantida, indicando que aplicações realizadas em estádios mais  
 258 precoces de desenvolvimento das plantas de milho mantiveram os maiores níveis de  
 259 fitointoxicação.

260 Aos 21 DAA (Figura 1B) porcentagens máximas de fitointoxicação (32%) foram  
 261 obtidas com a utilização de 252 g ha<sup>-1</sup> aplicado no estágio de quatro folhas. Segundo  
 262 Mitchell et al. (2001) a seletividade e a grande capacidade de recuperação dos sintomas  
 263 causados pelos herbicidas pertencentes a família das tricetonas ocorre em função do  
 264 rápido metabolismo do HPPD, através do processo da hidroxilação. Pataky et al. (2008)  
 265 observaram que a hemoproteína citocromo P-450 é a responsável por esse processo de  
 266 detoxificação.

(A)



267



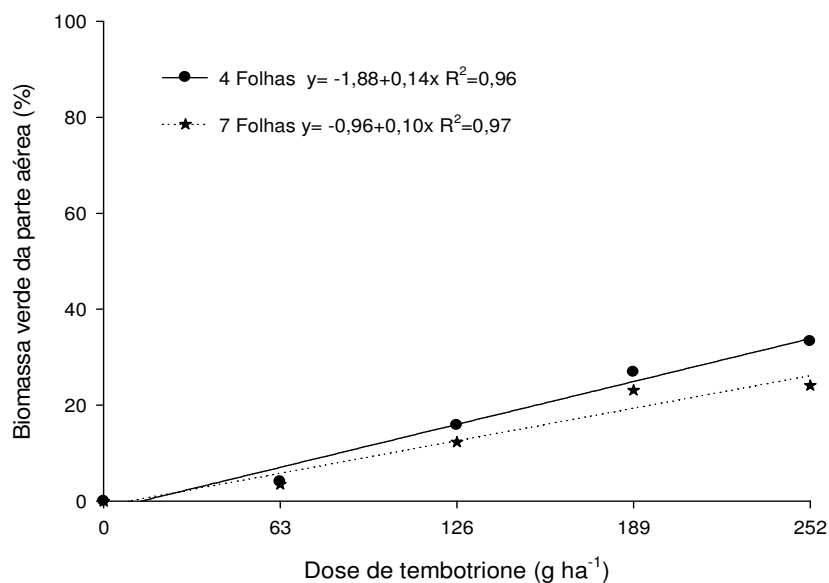
268

269 Figura 1. Fitointoxicação em plantas de milho aos 7(A) e 21(B) dias após a aplicação  
 270 do herbicida tembotrione, em função da dose e do estágio das plantas no momento da  
 271 aplicação

272 Um dos reflexos da utilização de doses a partir de 189 g ha<sup>-1</sup> de tembotrione foi  
 273 a redução do estande e do número de afilhos produzidos por planta. Esse fato ocorreu  
 274 com maior frequência em aplicações precoces (quatro folhas expandidas) (dados não  
 275 apresentados). A aplicação mais tardia apresentou pouco reflexo sobre essas duas  
 276 variáveis, fato possivelmente relacionado à maior tolerância da espécie em função do  
 277 estágio de desenvolvimento.

278 Acréscimos na dose de tembotrione causaram decréscimos significativos no  
 279 acúmulo de massa verde da parte aérea das plantas de milho avaliadas no ponto de  
 280 rolagem (Figuras 2A e 2B), tolerando-se como aceitável uma perda de máxima de  
 281 acúmulo de biomassa de 10%, as doses máximas possíveis de utilização na cultura do  
 282 milho seriam de 90 e 109 g ha<sup>-1</sup> de tembotrione para aplicações no estágio de quatro e  
 283 sete folhas, respectivamente. Observa-se a mesma tendência para o acúmulo de massa  
 284 seca da parte aérea. Avaliando os níveis de sensibilidade de 85 híbridos de sorgo ao  
 285 herbicida mesotrione, Abit et al. (2009) constataram que 80% dos cultivares avaliados  
 286 apresentaram reduções significativas no acúmulo de massa seca após a exposição a 91 g  
 287 ha<sup>-1</sup> de mesotrione. Esses resultados indicam que a aplicação na cultura do milho de  
 288 doses elevadas de tembotrione deve ser evitada quando a finalidade da cultura é a  
 289 produção de palhada ou para fins forrageiros.

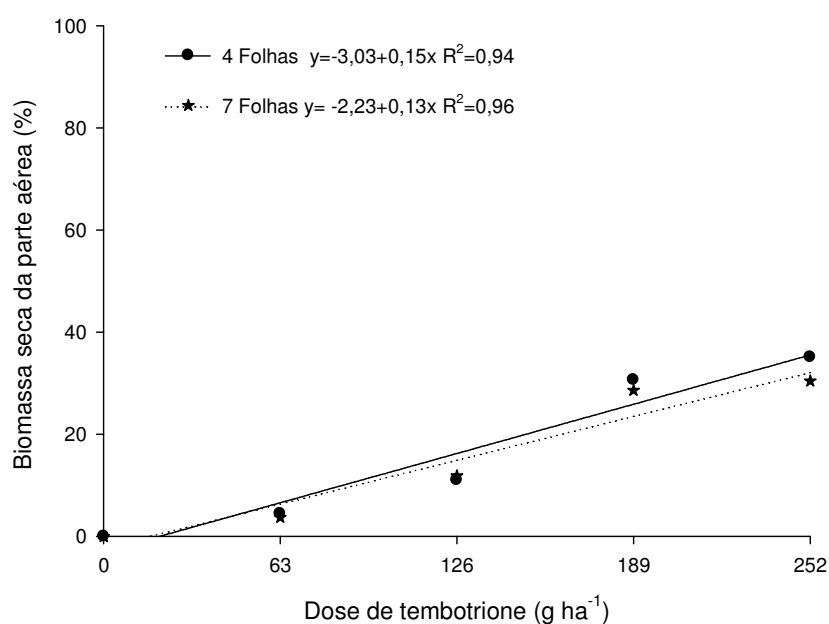
(A)



290

291

(B)



292

293 Figura 2. Redução do acúmulo de biomassa verde (A) e biomassa seca (B) de plantas de  
 294 milho, aos 55 dias após a aplicação do herbicida tembotrione, em função da dose e do  
 295 estágio das plantas no momento da aplicação.

296

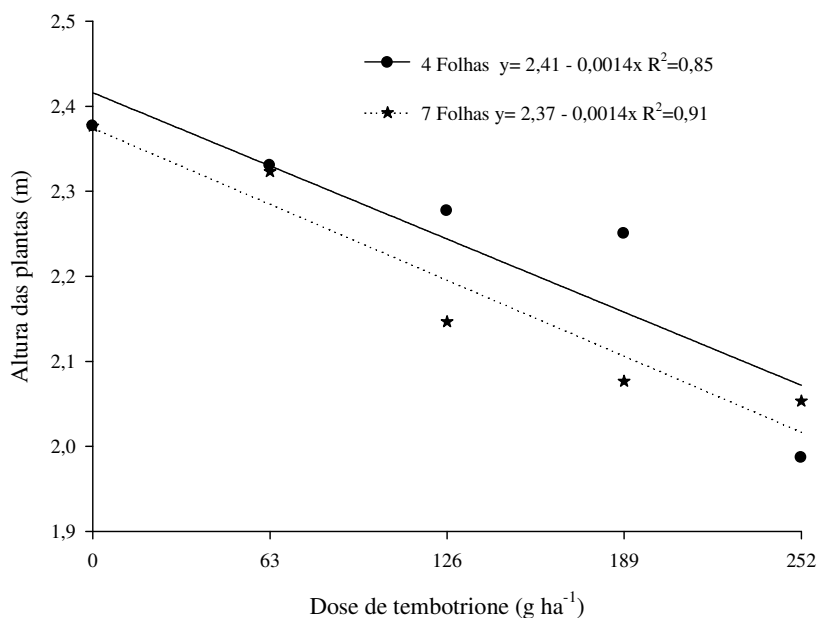
297

298

299

A variável-resposta altura das plantas seguiu a mesma tendência das demais já  
 apresentadas, sendo que a utilização de tembotrione apresentou maior potencial  
 supressor em aplicação mais precoce no milho (dados não apresentados). Observou-se

300 que a redução na altura das plantas foi diretamente proporcional à dose utilizada na  
 301 aplicação, embora esse decréscimo tenha se mantido em valores inferiores a 10%, não  
 302 sendo, portanto, suficiente para prejudicar a operação de colheita mecanizada dos grãos.

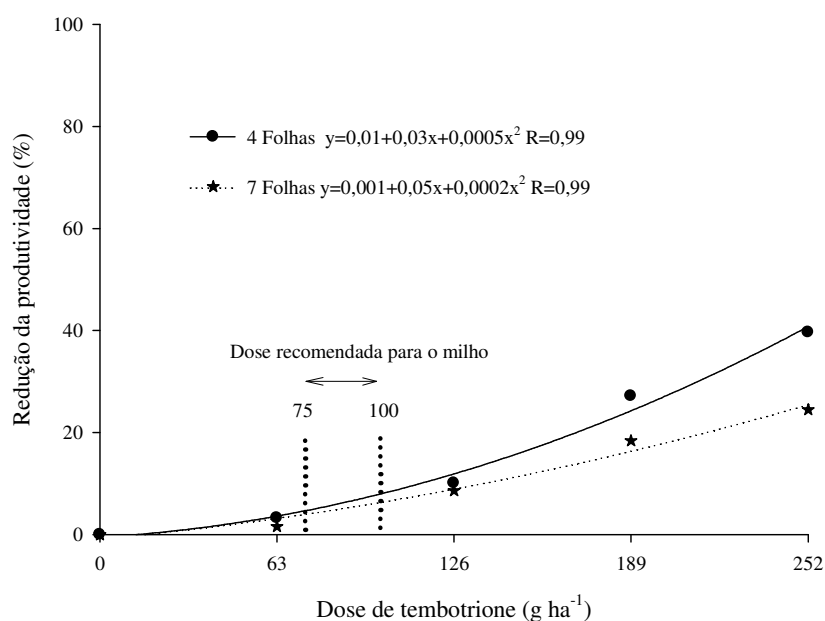


303

304 Figura 3. Altura média das plantas de milho em função da dose do herbicida  
 305 tembotrione e do estágio das plantas no momento da aplicação.

306

307 A produção de grãos das plantas de milho foi influenciada pela dose e época  
 308 de aplicação do tembotrione (Figura 4 e Tabela 3). Portanto, as reduções apresentadas,  
 309 pelo uso do herbicida nas plantas de milho, em algumas variáveis avaliadas refletiram  
 310 em decréscimos na produção de grãos. Dentro do intervalo de doses estudado, as  
 311 reduções com a utilização da maior dose (252 g ha<sup>-1</sup>) chegaram a 35% e 22% para as  
 312 aplicações realizadas com quatro e sete folhas expandidas, respectivamente. Estes  
 313 resultados evidenciam que as aplicações precoces intensificam a redução da  
 produtividade do cultivar de milho ADR-7010.



314

315 Figura 4. Porcentagem média de redução do rendimento de grãos da cultura do milho  
 316 em função da dose do herbicida mesotrione e do estágio das plantas no momento da  
 317 aplicação.

318

319 Apesar dos diferentes níveis de seletividade, é importante ressaltar que a  
 320 interferência causada plantas daninhas podem ocasionar perdas de até 36% sobre o  
 321 rendimento da cultura do milho (Carson, 1987), o que poderia justificar a utilização  
 322 precoce de menores doses do tembotrione, pois ocasionaria menor impacto sobre a  
 323 produtividade de grãos. Caso seja levado em consideração o intervalo de doses  
 324 recomendado para a cultura do milho (Figura 3), foram constatadas na produtividade de  
 325 7,3 a 11,4% caso a aplicação seja realizada no estágio de quatro folhas, e de 4,9 e 7,4%  
 326 para sete folhas, ou seja, significativamente menor que as perdas advindas da  
 327 interferência das plantas daninhas.

328 A grande rusticidade da cultura, relatada por vários autores (Scaléa, 1998; Randy  
 329 & Anderson, 2000; Trezzi & Vidal, 2004), possivelmente aliada a possíveis  
 330 mecanismos de detoxificação, pode explicar recuperação ao estresse causado pelo  
 331 herbicida. Novos trabalhos devem investigar a possibilidade de redução da  
 332 fitointoxicação por meio da utilização de *safeners*.

333

334

335

336

337 **Tabela 3.** Rendimento de grãos da cultura do milho em função da dose do herbicida  
 338 mesotrione e do estágio das plantas no momento da aplicação.

Dose de tembotrione g ha <sup>-1</sup>	Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )	
	4 folhas expandidas	7 folhas expandidas
0	2.775 aA	2.691 aA
63	2.690 aA	2.732 aA
126	2.499 bA	2.535 aA
189	1.983 cA	2.265 bB
252	1.690 dA	2.095 bB
CV%	12,3	
DMS	DMS: 253,2 (linha) e 221,4 (coluna).	

339 Médias seguidas de mesma letra (minúscula na coluna e maiúscula na linha) não diferem entre  
340 si pelo teste de Tukey  $p \geq 0,05$ .

341 Conclui-se que o uso de tembotrione na cultura do milho em áreas destinadas à  
342 produção de grãos mostra-se como uma alternativa viável no controle de plantas  
343 daninhas, e que a seletividade para a cultura é função da dose utilizada e do estágio  
344 fenológico da cultura no momento da aplicação.

345

#### 346 LITERATURA CITADA

347

348 ABIT, J.M.; AL-KHATIB, K.; REGEHR, D.L.; TUINSTRA, M.R.; CLAASSEN,  
349 M.M.; GEIER, P.W.; STAHLMAN, P.W.; GORDON, B.W.; CURRIE, R.S.  
350 Differential response of grain sorghum hybrids to foliar-applied mesotrione. **Weed**  
351 **Technology**, v.23, n.1, p.28-33, 2009.

352

353 ARMEL, G.R.; WILSON, H.P.; RICHARDSON, R.J.; HINES, T.E. Mesotrione  
354 combinations in no-till corn (*Zea mays*). **Weed Technology**, v.17, n.3, p.111-116, 2003.

355

356 BERGLUND, D.R. **Proso millet in North Dakota**. Fargo: North Dakota State  
357 University, 1998. 7 p.

358

359 BOLLMAN, J.D.; BOERBOOM, C.M.; BECKER, R.L.; FRITZ, V.A. Efficacy and  
360 tolerance to HPPD-inhibiting herbicides in sweet corn. **Weed Technology**, v.22, n.4,  
361 p.666-674, 2008.

362

- 363 CARSON, A.G. Improvement weed management in the draft animal-based production  
364 of early pearl millet in Gambia. **Tropical Pest Management**, v.33, n.2, p.359-363,  
365 1987.
- 366
- 367 DAN, H.A. et al. Seletividade de herbicidas aplicados na pós-emergência da cultura do  
368 milheto (*Pennisetum Glaucum*). **R. Bras. Milho e Sorgo**, v.8, n.3, p.297-306, 2009.
- 369
- 370 FARINELLI, R.; PENARIOL, F.G.; LEMOS, L.B. Eficiência do herbicida 2,4-D no  
371 controle de *Raphanus raphanistrum* L. em pós-emergência na cultura do milheto.  
372 **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.2, p.104-111, 2005.
- 373
- 374 FELIX, J.; DOOHAN, D.J. Response of five vegetables crops to isoxaflutole soil  
375 residues. **Weed Technology**, v.19, n.1, p.391-396, 2005.
- 376
- 377 GROSSMANN, K.; EHRHARDT, T. On the mechanism of action and selectivity of the  
378 corn herbicide topramezone: a new inhibitor of 4- hydroxyphenylpyruvate dioxygenase.  
379 **Pest Management**, v.63, n.3, p.429-439, 2007.
- 380
- 381 KARAM, D.; CARNEIRO, A.A.; ALBERT, L.H.; CRUZ, M.B.; COSTA, G.T.;  
382 MAGALHÃES, P.C. Seletividade da cultura do milho ao herbicida clomazone por meio  
383 do uso de dietholate. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.1, p.72-79, 2003.
- 384
- 385 KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. 1.ed. São Paulo: BASF, 2007. Tomo  
386 I, 901 p.
- 387
- 388 LYON, D.J.; KNISS, A.; MILLER, S.D. Carfentrazone improves broadleaf weed  
389 control in proso and foxtail millets. **Weed Technology**, v.21, n.3, p.84-87, 2007.
- 390
- 391 MILLER, J.N.; REGEHR, D.L. Grain sorghum tolerance to postemergence mesotrione  
392 applications. **Weed Science**, v.57, n.2, 136-143, 2002.
- 393
- 394 MITCHELL, G.D.W.; BARTLETT, T.E.M.; FRASER, T.R.; HAWKES, D.C.; HOLT,  
395 J. K.; TOWNSON, M.; WICHERT, R.A. Mesotrione: A new selective herbicide for use  
396 in maize. **Pest Management**, v.57, n.4, 120-128, 2001.

- 397  
398 NDAHI, W.B.; RUSS, O.G.; MOSHIER, L.J. Growth of pearl millet (*Pennisetum*  
399 *americanum* (L.) Leeke) as influenced by selected herbicide applications and delay in  
400 planting. In: VANDERLIP, R. L. (Ed.) **Improvement of pearl millet. Second annual**  
401 **report**. Manhattan: Kansas State University, 1980. p. 67-71.  
402
- 403 PACHECO, L.P.; PETTER, F.A.; CÂMARA, A.C.F.; LIMA, D.B.C.; PROCÓPIO,  
404 S.O.; BARROSO, A.L.L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; SILVA, I.S. Tolerância do  
405 milheto (*Pennisetum americanum*) ao 2,4-D. **Planta Daninha**, v.25, n.1, p.173-179,  
406 2007.  
407
- 408 PATAKY, J.K.; MEYER, M.D.; BOLLMAN, J.D.; BOERBOOM, C.M.; WILLIAMS,  
409 M.M. Genetic basis for varied levels of injury to sweet corn hybrids from three  
410 cytochrome P450-metabolized herbicides. **Journal of the American Society**  
411 **Horticultural Science**, v.133, n.1, p.438-447, 2008.  
412
- 413 PEREIRA FILHO, I.A. et al. **Manejo da cultura do milheto**. Sete Lagoas: EMBRAPA  
414 milho e sorgo, 17p. 2003. (Circular Técnico, 29).  
415
- 416 RANDY, L.; ANDERSON, A. Cultural system approach can eliminate herbicide need  
417 in semiarid proso millet (*Panicum miliaceum*). **Weed Technology**, v.14, n.3, p.44-55,  
418 2000.  
419
- 420 SCALÉA, M.J. Perguntas & respostas sobre o plantio direto. **Informações**  
421 **Agronômicas**, v.83, p.1-8, 1998.  
422
- 423 SHAW, D.R.; ARNOLD, J.C. Weed control from herbicide combinations with  
424 glyphosate. **Weed Technology**, v.16, p.1-6, 2002.  
425
- 426 TREZZI, M.M.; VIDAL, R.A. Potencial de utilização de cobertura vegetal de sorgo e  
427 milheto na supressão de plantas daninhas em condição de campo: II – efeitos da  
428 cobertura morta. **Planta Daninha**, v. 22, n.3, p.1-10, 2004.  
429

430 WADDINGTON, M.A.; YOUNG, B.G. Interactions of herbicides and adjuvants with  
431 AE 0172747 on postemergence grass control. **Weed Science**, v.61, n.4, p.108-115,  
432 2006.