

RESISTÊNCIA DE LEITEIRA AO HERBICIDA TEMBOTRIONE

MAICON FERNANDO SCHMITZ¹; LEANDRO DE SOUZA BARBOSA²; TULIO ALLAN BARBOSA DAHMER²; LEANDRO VARGAS³; DIRCEU AGOSTINETTO⁴

¹UFPEL – *maicon_schmitz@hotmail.com* (autor)

²UFPEL – *leandro.sbarbosa@live.com*; *tulio_dahmer@hotmail.com* (coautores)

³EMBRAPA (CNPT) – *leandro.vargas@embrapa.br* (orientador)

⁴UFPEL – *agostinettod@gmail.com* (co-orientador)

1. INTRODUÇÃO

Plantas daninhas resistentes a herbicidas representam a principal preocupação dos sistemas de produção agrícola a nível global (OWEN, 2016). O corrente incremento nos casos de resistência ameaça a segurança alimentar, a sustentabilidade dos sistemas conservacionistas de cultivo do solo, bem como, o uso de culturas tolerantes a herbicidas (PANNELL et al., 2016). Além disso, podem apresentar riscos ambientais pelo incremento do uso de tratamentos alternativos de controle, nos quais muitas vezes incluem associações e aplicação sequenciais de herbicidas, que visam maximizar o controle e evitar o impacto negativo da interferência das plantas daninhas sobre a produtividade das culturas agrícolas.

É difícil negar a importância dos herbicidas para a produção agrícola atual. Na maioria das nações desenvolvidas, a agricultura envolve o uso generalizado de herbicidas para o controle de plantas daninhas e, nos países em desenvolvimento, a migração em massa das áreas rurais para as urbanas, tem reduzindo a disponibilidade de mão-de-obra para operações mais trabalhosas envolvidas no controle físico e mecânico de plantas daninhas (GIANESSI, 2013). Porém, o uso repetido e continuado de herbicidas, muitas vezes com o mesmo mecanismo de ação, tem acarretado na evolução da resistência a herbicida em populações de plantas daninhas (KREINER et al., 2018).

A resistência de plantas daninhas pode ser classificada como relacionada ao local alvo (TSR) e não relacionada ao local alvo (NTSR). Mecanismos de resistência TSR envolvem mutação, amplificação e superexpressão da enzima alvo. Por outro lado os mecanismos NTSR incluem aumento do metabolismo de herbicidas, sequestro de herbicidas, absorção e/ou translocação reduzida e a proteção aumentada contra espécies reativas de oxigênio (DÉLYE, 2013). Os mecanismos envolvendo NTSR podem desencadear resistência múltipla a herbicidas, ou agregar resistência a herbicidas ainda não utilizados na população de plantas daninhas.

Biótipos de leiteira apresentam resistência múltipla aos inibidores da acetolactato sintase (ALS) (OLIVEIRA et al., 2002), protoporfirinogênio oxidase (PROTOX) (TREZZI et al., 2009) e de nível baixo ao glifosato (ULGUIM et al., 2017). Em relação aos mecanismos de resistência foram confirmados de TSR (OLIVEIRA et al., 2002), para inibidores da ALS e NTSR para inibidores da PROTOX (TREZZI et al., 2009). Por outro lado, o herbicida tembotrione, que inibe a enzima hidroxifenil piruvato dioxigenase (HPPD), demonstrou em estudos prévios, controle diferencial de diferentes biótipos de leiteira oriundos da região norte do Estado do Rio Grande do Sul, sugerindo a ocorrência de resistência, apesar da frequência de uso deste herbicida ser limitada. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi confirmar a ocorrência da resistência de leiteira ao herbicida tembotrione no Estado do RS, determinando a dose necessária para alcançar

50% de controle (DL50) e reduzir 50% o acúmulo de biomassa (GR50) e o fator de resistência (FR).

2. METODOLOGIA

Para a confirmação da resistência de leiteira ao tembotrione, foi realizado experimento de curva de dose-resposta em casa de vegetação do Centro de Herbologia (CEHERB) na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM/UFPEL). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, arranjado em esquema fatorial, com quatro repetições. O fator A foi composto pelos biótipos e o fator B pelas doses do herbicida.

Os biótipos testados foram 11.4 e 11.1 (oriundos de Panambi/RS) com suspeita de resistência e o biótipo 21.1 (Condor/RS) considerado suscetível. As doses de tembotrione utilizadas foram: 0; 12,6; 25,2; 50,4; 100,8; 201,6; 403,2; 806,4; 1612,8 e 3225,6 g i.a. ha⁻¹, sendo a dose 100,8 g i.a. ha⁻¹ considerada a dose de registro. Além disso, adicionou-se óleo metilado de soja na proporção de 0,5% v/v à calda de pulverização, conforme recomendação de registro do herbicida.

As sementes de leiteira foram escarificadas em lixa nº 80, a fim de superar a dormência física, sendo então semeadas em vasos de 700 mL, contendo mistura de solo:substrato (3:1). Quando as plantas de leiteira apresentaram quatro folhas, foi realizada a pulverização das doses do herbicida utilizando pulverizador costal pressurizado à CO₂, munido com pontas tipo leque 110.015, aspergindo volume de calda equivalente a 150L ha⁻¹.

As variáveis analisadas foram controle e massa seca da parte aérea (MSPA). O controle foi avaliado visualmente aos 30 dias após a aplicação dos tratamento (DAT), utilizando-se escala percentual 0 a 100%, onde 0 indica a ausência de fitotoxicidade e 100 a morte das plantas. Aos 28 DAT também foi realizada a coleta das plantas para determinação da MS. Para isso, o material vegetal foi submetido à secagem em estufa de circulação forçada de ar à 60°C, por 72h, sendo posteriormente aferida a massa do material vegetal em balança analítica de precisão.

Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade e homocedasticidade (teste de Shapiro-Wilk e Hartley, respectivamente) e, posteriormente, submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$). Como constatada a significância estatística, foi realizada a análise de regressão ajustando os dados à equação de regressão sigmoidal do tipo logístico: $y = a / [1 + (x / x_0)^b]$. Onde: y = porcentagem de controle ou % de redução da massa seca da parte aérea (MSPA); x = dose do herbicida; e a, x_0 e b = parâmetros da equação, sendo que a é a diferença entre os pontos máximo e mínimo da curva, x_0 é a dose que proporciona 50% de resposta da variável e b é a declividade da curva. A partir dos valores de C50 e GR50 foram obtidos os fatores de resistência para cada combinação do biótipo resistente e suscetível. Para a utilização desse fator deve-se verificar o intervalo de confiança ($p \geq 0,95$) do biótipo suscetível em relação aos resistentes. A sobreposição do intervalo de confiança do biótipo suscetível em relação aos resistentes avaliados indica que não ocorre diferença entre a C50 ou GR50 dos biótipos avaliados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos resultados obtidos nos experimentos de curva de dose-resposta evidenciou não ser necessária a transformação dos dados, com base

nos testes de Shapiro-Wilk e Hartley. A análise da variância indicou ocorrer interação entre os fatores testados para todas as variáveis analisadas e, também, se observou ajuste dos dados à equação de regressão sigmoidal do tipo logístico, com valores do coeficiente de determinação (R^2) entre 0,97 a 0,99 (Figura 1).

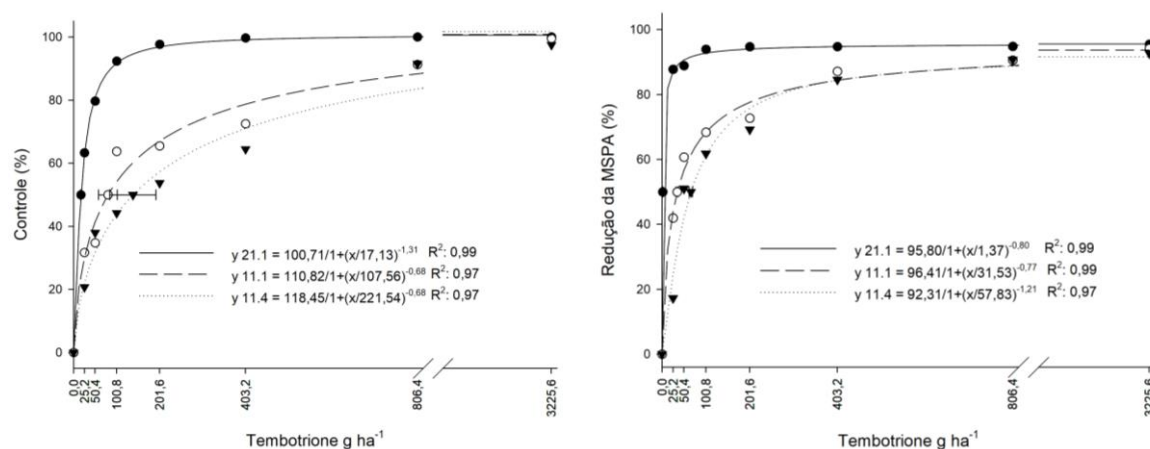


Figura1: Controle (%) e percentagem de redução da massa seca de biótipos de leiteira (*Euphorbia heterophylla*), aos 30 dias após a aplicação de diferentes doses do herbicida tembotrione. Capão do Leão, 2018. As barras horizontais representam o intervalo de confiança ao nível de 95% de significância ($p \geq 0,95$) para as doses que representam 50% de controle dos biótipos.

De maneira geral, foi observado menor controle dos biótipos de leiteira 11.1 e 11.4 no intervalo de doses compreendidas entre 25,2 a 806,4 g e.a. ha⁻¹, em comparação ao biótipo 21.1, no entanto as percentagens de controle foram similares nas maiores doses empregadas (Figura 1). O biótipo suscetível apresentou controle acima de 80% na dose de registro 100,8 g i.a. ha⁻¹, enquanto nos biótipos resistentes o controle foi inferior a 55 %, necessitando para estes biótipos o incremento de oito vezes a dose para alcançar o percentual de controle próximo a 80%.

Tabela 1: Valores da dose necessária para promover 50% de controle (DL50) ou reduzir em 50% a produção de massa seca (GR50) com intervalos de confiança (IC), e fator de resistência de biótipos de leiteira (*Euphorbia heterophylla*) em resposta à aplicação de diferentes doses do herbicida tembotrione. Capão do Leão, 2018.

Biótipo	C50/GR50	IC ($p \geq 0,95$)	FR
Controle aos 30 DAT			
21.1	16,9	16,6-17,2	-
11.1	80,6	58,6-102,3	4,8
11.4	139,2	85,1-193,3	8,2
Massa seca			
21.1	1,5	0,5-2,5	-
11.1	34,7	32,5-37,8	22,7
11.4	66,4	62,4-70,4	43,4

De acordo com os resultados obtidos, a dose de 16,9 g i.a. ha⁻¹ foi suficiente para controlar 50% do biótipo suscetível (21.1), já para os biótipos 11.1 e 11.4 a dose necessária foi de 80,6 e 139,2 g i.a. ha⁻¹, respectivamente (Tabela 1). Esses resultados evidenciam fatores de resistência (FR), de 4,8 para o biótipo 11.1, e de 8,2 para o biótipo 21.4. Para a variável MSPA, observou-se GR50 foi de 1,5 g i.a.

ha⁻¹ para o biótipo 21.1 e de 34,7 g i.a. ha⁻¹ para o biótipo 11.1 e de 66,4 g i.a. ha⁻¹ para o biótipo 11.4. Assim, o FR foi de 22,7 e 43,4 para os biótipos 11.1 e 11.4, respectivamente, indicando a resistência destes biótipos ao herbicida tembotrione.

O herbicida tembotrione apresenta baixo uso, devido seu uso ser limitado à cultura do milho e a presença de outros herbicidas que podem ser utilizados nessa finalidade. A diferença de suscetibilidade entre os biótipos e a inexistência de pressão de seleção para evolução da resistência podem indicar que estes biótipos possuem mecanismos de resistência NTSR. Os próximos passos deste estudo visam elucidar os mecanismos de resistência dos biótipos de leiteira ao tembotrione e os demais inibidores da enzima HPPD.

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados observados conclui-se que existem biótipos de leiteira resistentes ao herbicida tembotrione.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DÉLYE, C. Unravelling the genetic bases of non-target-site-based resistance (NTSR) to herbicides: a major challenge for weed science in the forthcoming decade. **Pest Management Science**, v. 69, p.176-187, 2013.

GIANESSI, L.P. The increasing importance of herbicides in worldwide crop production. **Pest Management Science**, v. 69, p. 1099-1105, 2013.

KREINER, J.M.; STINCHCOMBE, J.R.; WRIGHT, S.I. Population genomics of herbicide resistance: Adaptation via evolutionary rescue. **Annual Review of Plant Biology**, v.69, p.611-635, 2018.

OLIVEIRA, M.F.; PRATES, H.T.; BRIGHENTI, A.M.; GAZZIERO, D.L.P.; VIDAL, R.A.; VARGAS, L.; OLIVEIRA Jr., R.S.; PURCINO, A.A.C. Atividade da acetolactato sintase de plantas de milho e de amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) resistentes e suscetíveis ao imazaquin. **Planta Daninha**, v.20, p.77-82, 2002.

OWEN, M.D.K. Diverse approaches to herbicide-resistant weed management. **Weed Science**, v.64, p.570-584, 2016.

PANNELL, D.J.; TILLIE, P.; CEREZO, E.R.; ERVIN, D.; FRISVOLD, G.B. Herbicide resistance: Economic and environmental challenges. **AgBioForum**, v.19, p.136-155, 2016.

TREZZI, M.M.; VIDAL, R.A.; KRUSE, N.D.; SILVA, R.P.; GUSTMANN, M.S.; FRANCHIN, E. Local de absorção de fomesafen como mecanismo de resistência em biótipo de *Euphorbia heterophylla* resistente aos inibidores da protox. **Planta Daninha**, v.27, p. 139-148, 2009.

ULGUIM, A. da R., AGOSTINETTO, D. VARGAS, L. SILVA, J.D.G. da, SILVA, B.M. da; WESTENDORFF, N.da R. Agronomic factors involved in low-level wild poinsettia resistance to glyphosate. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.12, p.51-59, 2017.