

HABILIDADE COMPETITIVA ENTRE BIÓTIPOS DE *Raphanus raphanistrum* L. RESISTENTE E SUSCETÍVEL AOS HERBICIDAS INIBIDORES DA ALS

COSTA, L.O. (UPF, Passo Fundo/RS- leandro.jari@gmail.com), RIZZARDI, M.A. (UPF, Passo Fundo/RS- rizzardi@upf.br), PIASECKI, C. (UPF, Passo Fundo/RS- c_piasecki@hotmail.com), SARTORI, J.M.C. (UPF, Passo Fundo/RS- juniorsartori5@hotmail.com)

RESUMO: A compreensão dos efeitos da resistência, em relação à aptidão competitiva, é fundamental para o manejo eficaz de plantas daninhas resistentes a herbicidas. O objetivo foi investigar a habilidade competitiva entre biótipos de *Raphanus raphanistrum* resistente e suscetível aos herbicidas inibidores da ALS. Os experimentos foram realizados em casa de vegetação, delineamento inteiramente casualizado e quatro repetições. Os tratamentos foram alojados em vasos e arranjados em série de substituição. Em cada série, as proporções entre plantas de *R. raphanistrum* resistente e suscetível, foram de 100:0 (estande puro do biótipo R), 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100% (estande puro do biótipo S). A competitividade foi analisada por meio de diagramas aplicados a experimentos substitutivos e índices de competitividade, a partir de avaliações da matéria seca da parte aérea e índice de área foliar das plantas. Não há diferença na habilidade competitiva entre os biótipos resistente e suscetível aos herbicidas inibidores de ALS em condições experimentais de série substitutiva.

Palavras-chave: competição, interferência, série de substituição.

INTRODUÇÃO

A competição de plantas daninhas é uma barreira para o sucesso produtivo das culturas em geral (AFIFI e SWANTON, 2012). Competição é definida como forma de interferência negativa na qual os indivíduos ou plantas disputam entre si recursos ambientais que se encontram limitados no meio, como água, nutrientes e luz (RADOSEVICH, 1987).

Conforme Vila-Aiub et al. (2009) biótipos resistentes têm menor habilidade competitiva que biótipos suscetíveis. A maioria dos recursos é transferida para o(s) mecanismo(s) de resistência e reprodução. Gastos de energia estariam associados com número de mutações em genes específicos que conferem resistência a herbicidas. Já Menchari et al. (2008) não encontraram menor habilidade competitiva em biótipos resistentes quando comparados com biótipos suscetíveis à herbicida.

Após a comprovação da resistência aos herbicidas inibidores da acetolactato sintase

(ALS) em biótipos de *Raphanus raphanistrum* (COSTA e RIZZARDI, 2014), a compreensão dos efeitos da resistência, em relação à aptidão competitiva, é fundamental para o manejo eficaz de plantas daninhas resistentes a herbicidas (VILA-AIUB et al., 2009). Experimentos em série substitutiva são os mais utilizados para estudar a competição entre plantas, pois permite avaliar qual dos biótipos é mais competitivo (COUSENS, 1991). O objetivo desse trabalho foi avaliar a habilidade competitiva entre biótipos de *R. raphanistrum*, resistente e suscetível aos herbicidas inibidores da ALS.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na FAMV-UPF, Passo Fundo, RS, em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Os tratamentos foram conduzidos em série de substituição, em vasos plásticos com capacidade de 11,5 L, com área superficial de 0,07 m², totalizando 8 plantas vaso⁻¹, correspondendo à 114 plantas m². Em cada série, as proporções entre plantas de *R. raphanistrum* resistente (biótipo R) e suscetível (biótipo S) aos herbicidas inibidores da ALS, foram de 100:0 (estande puro do biótipo R), 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100% (estande puro do biótipo S).

Aos 60 dias após a emergência (biótipo R em pleno frutificação e biótipo S em início de florescimento), cortou-se as plantas rente ao solo, avaliou-se área foliar (AF) em cm², e logo após, foram mantidas em estufa a 60°C até atingir peso constante, para avaliar a matéria seca da parte aérea (MSPA).

A produtividade relativa (PR) foi calculada dividindo-se a média da mistura pela média da monocultura, incluindo-se no cálculo a média por planta de cada espécie em cada unidade experimental. A produtividade relativa total (PRT) representa a soma das PR dos competidores nas respectivas proporções de plantas. Para análise estatística da PR, primeiro foram calculadas as diferenças para os valores de PR obtidos nas proporções de 25, 50 e 75% de plantas, em relação aos valores pertencentes às retas hipotéticas obtidas nas respectivas proporções. O teste t ($p \leq 0,05$), foi utilizado para testar as diferenças nos índices estimados em relação à reta hipotética (HOFFMAN & BUHLER, 2002).

Índices de competitividade relativa (CR), coeficiente de agrupamento relativo (K) e de agressividade (A) foram calculados na proporção de 50% entre os competidores. O CR representa o crescimento comparativo da espécie “a” (biótipo R) em relação à espécie “b” (biótipo S); K indica a dominância relativa de uma espécie sobre a outra; e A demonstra qual espécie é mais competitiva. A espécie “a” será mais competitiva que a espécie “b” quando: $CR > 1$, $K_a > K_b$ e $A > 0$, ou a espécie “b” será mais competitiva quando: $CR < 1$, $K_a < K_b$ e $A < 0$ (HOFFMAN & BUHLER, 2002).

A variável MSPA foi expressa em valores médios por planta e submetido a análise de variância. Quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Dunnett ($p \leq$

0,05), considerando as monoculturas como testemunhas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise gráfica dos resultados da PR e PRT, referente à produção de MSPA, indica que os valores obtidos não diferiram significativamente dos valores esperados em todas as proporções (Figura 1 A e Tabela 1).

Já, em relação à área foliar (AF), mostra que os dois biótipos obtiveram ganhos acima dos valores esperados (Figura 1 B). A PR e PRT dos biótipos estão representadas por linhas convexas indicando haver benefícios mútuos entre eles. Os desvios da PR e PRT apresentaram diferenças significativas em todas as proporções de plantas (Tabela 1).

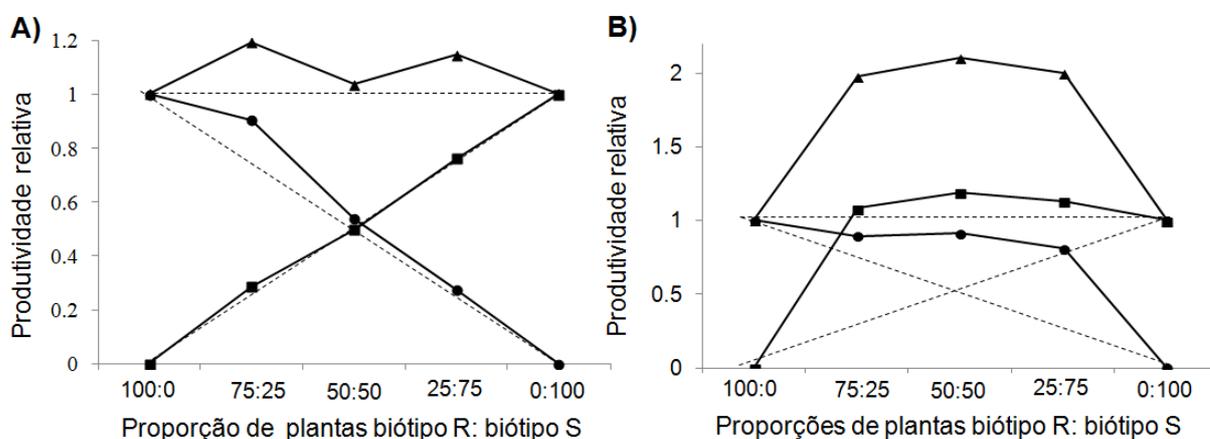


Figura 1. Produtividade relativa (PR) e total (PRT) para: **A)** matéria seca da parte aérea e **B)** índice de área foliar (cm^2), de plantas do biótipo R e biótipo S, em função da proporção de plantas. FAMV-UPF, Passo Fundo, RS, 2013. (●) PR do biótipo R, (■) PR do biótipo S e (▲) PRT. Linhas tracejadas representam as produtividades relativas hipotéticas, quando não ocorre interferência de uma espécie sobre a outra.

O sinergismo verificado entre os biótipos R e S pode estar ligado ao fato de que a quantidade de recursos disponíveis tenha sido suficiente para ambas as espécies ou, a densidade de plantas utilizada tenha sido inferior àquela que o ambiente toleraria, não havendo competição. Rizzardi et al. (2004) observaram que, a associação entre plantas de soja com *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea ramosissima*, produziram maiores quantidades de biomassa que nos respectivos monocultivos, havendo benefício mútuo entre as espécies.

Os índices de competitividade mostram que não houve dominância significativa entre os biótipos R e S em relação à MSPA e AF (Tabela 2). Os biótipos possuem as mesmas características em relação à adaptabilidade ecológica. É provável que, quando em convivência entre si, possua a mesma competitividade, sendo a dominância numérica de um biótipo sobre o outro, decorrente apenas da pressão de seleção causada pelo herbicida (CHRISTOFFOLETI, 2001). Lamego et al. (2011) também não observaram diferença na

habilidade competitiva entre biótipos de *Bidens subalternans* resistente e suscetível aos herbicidas inibidores da ALS.

Tabela 1- Diferenças relativas de produtividade (DPR) e produtividade relativa total (PRT), para matéria seca da parte aérea (MSPA) e área foliar (AF), nas proporções 75/25, 50/50 e 25/75 de plantas do biótipo R, associadas com o biótipo S. FAMV-UPF, Passo Fundo, RS, 2013

Proporções de plantas (biótipo R x biótipo S)			
MSPA	75/25	50/50	25/75
DPR biótipo R	-0,15 ($\pm 0,12$) ^{ns}	-0,04 ($\pm 0,07$) ^{ns}	0,03 ($\pm 0,06$) ^{ns}
DPR biótipo S	0,04 ($\pm 0,04$) ^{ns}	0,00 ($\pm 0,09$) ^{ns}	0,12 ($\pm 0,13$) ^{ns}
PRT	1,19 ($\pm 0,13$) ^{ns}	1,04 ($\pm 0,06$) ^{ns}	1,15 ($\pm 0,15$) ^{ns}
AF	75/25	50/50	25/75
DPR biótipo R	0,14 ($\pm 0,02$) [*]	0,41 ($\pm 0,12$) [*]	0,56 ($\pm 0,11$) [*]
DPR biótipo S	0,83 ($\pm 0,09$) [*]	0,69 ($\pm 0,19$) [*]	0,44 ($\pm 0,11$) [*]
PRT	1,97 ($\pm 0,11$) [*]	2,10 ($\pm 0,28$) [*]	1,90 ($\pm 0,25$) [*]

^{ns} Não significativo, ^{*} significativo a 5% ($p \leq 0,05$) pelo teste t. Valores entre parênteses representam o erro-padrão da média.

Tabela 2- Índices de competitividade do biótipo R e biótipo S, expressos por competitividade relativa (CR), coeficientes de agrupamento relativo (K) e agressividade (A). FAMV-UPF, Passo Fundo, RS, 2013

Matéria seca parte aérea (biótipo R x biótipo S)			
CR	K_R= biótipo R	K_S= biótipo S	A
1,25($\pm 0,30$) ^{ns}	1,31($\pm 0,31$) ^{ns}	1,28($\pm 0,54$) ^{ns}	0,07($\pm 0,14$) ^{ns}
Área foliar (cm²) (biótipo R x biótipo S)			
0,80($\pm 0,12$) ^{ns}	16,25($\pm 16,15$) ^{ns}	4,22($\pm 5,24$) ^{ns}	-0,28($\pm 0,16$) ^{ns}

^{ns} Não significativo a 5% ($p \leq 0,05$) pelo teste t. Valores entre parênteses representam o erro-padrão da média.

Ao verificar a resposta do biótipo R à interferência com o biótipo S, observou-se que, para a variável MSPA, não houve diferença significativa, não existindo competição entre eles. Já para AF houve diferença significativa quando o biótipo R encontrava-se em menor proporção (Tabela 3). O biótipo R, ao conviver com plantas do biótipo S, produziu maior AF que em monocultivo. O contrário ocorre com o biótipo S, sendo menos eficiente em competir pelos recursos do meio em relação ao biótipo R. Isso pode estar relacionado ao fato que o biótipo R chegou ao florescimento duas semanas anteriormente à colheita da parte aérea, enquanto o biótipo S encontrava-se em florescimento. Assim, o biótipo R necessitou de maiores quantidades de nutrientes, havendo competição intraespecífica.

Tabela 3- Resposta do biótipo R, à interferência com o biótipo S, aos 60 dias após a emergência. FAMV-UPF, Passo Fundo, RS, 2013

MSPA ^{1/} (g)	Proporções de plantas (biótipo R x biótipo S)					
	100/0 (T)	75/25	50/50	25/75	0/100 (T)	CV (%)
Biótipo R	4,99	6,02	5,37	5,50	-	29,9
Biótipo S	-	5,61	6,51	5,59	6,42	28,0
AF ^{2/} (cm ²)						
Biótipo R	307	365	559	866*	-	41,3
Biótipo S	-	286*	456*	683*	1240	23,6

^{1/} Matéria seca da parte aérea. ^{2/} Área foliar. * Difere da testemunha (T) pelo teste de Dunnett (p ≤ 0,05).

CONCLUSÃO

A competitividade de *R. raphanistrum* resistente e suscetível aos herbicidas inibidores da ALS é semelhante, não havendo domínio de um biótipo sobre o outro, em condições experimentais de série substitutiva. Assim, a única maneira de populações de *R. raphanistrum* resistente obter vantagens ao se estabelecer na lavoura, em relação à população suscetível, é pela seleção imposta pelos herbicidas inibidores da ALS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFIFI, M.; SWANTON, C. Early physiological mechanisms of weed competition. **Weed Science**, v.60, n.4, p.542-551, 2012.
- CHRISTOFFOLETI, P. J. Análise comparativa do crescimento de biótipos de picão-preto (*Bidens pilosa*) resistente e suscetível aos herbicidas inibidores da ALS. **Planta Daninha**, v.19, n.1, p.75-83, 2001.
- COSTA, L.O.; RIZZARDI, M.A.. Resistance of *Raphanus raphanistrum* to the herbicide metsulfuron-methyl. **Planta Daninha**, v.32, n.1, p.181-187, 2014.
- COUSENS, R. Aspects of the design and interpretation of competition (interference) experiments. **Weed Technology**, v.5, n.3, p. 664-673, 1991.
- HOFFMAN, M.L.; BUHLER, D.D. Utilizing *Sorghum* as a functional model of crop-weed competition. I. Establishing a competitive hierarchy. **Weed Science**, v.50, n.4, p.466-472, 2002.
- LAMEGO, F.P. et al. Competitiveness of ALS inhibitors resistant and susceptible biotypes of Greater Beggarticks (*Bidens subalternans*). **Planta Daninha**, v.29, n.2, p.457-464, 2011.
- MENCHARI Y. et al. Fitness costs associated with three mutant acetyl-coenzyme A carboxylase alleles endowing herbicide resistance in black-grass *Alopecurus myosuroides*. **Journal of Applied Ecology**, v.45, n.3, p.939-947, 2008.
- RADOSEVICH, S.R. Methods to study interactions among crops and weeds. **Weed Technology**, v.1, n.3, p.190-198, 1987.
- VILA-AIUB MM, et al. Fitness costs associated with evolved herbicide resistance alleles in plants. **New Phytologist**, v.184, n.4, p.751-767, 2009.