



Habilidade competitiva de cultivares de soja transgênica convivendo com plantas daninhas

Cesar Tiago Forte¹, Felipe José Menin Basso¹, Leandro Galon¹,
Luciane Renata Agazzi¹, Felipe Nonemacher¹, Germani Concenço²

¹ Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim, Rodovia ERS 135, km 72, CEP 99700-000, Erechim-RS, Brasil. E-mail: cesartiagoforte@hotmail.com; bepifelipe@gmail.com; leandro.galone@gmail.com; luci_agazzi@hotmail.com; felipe.nonemacher@hotmail.com

² Embrapa Clima Temperado, Rodovia BR-392, km 78, 9º Distrito, Monte Bonito, Centro, CEP 96010-971, Pelotas-RS, Brasil. Caixa Postal 321. E-mail: germani.concenco@embrapa.br

RESUMO

Objetivou-se com o trabalho determinar a habilidade competitiva de cultivares de soja na presença de picão-preto e leiteiro, em diferentes proporções de plantas na associação. O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos casualizado, com quatro repetições. Os competidores testados incluíram o picão-preto e o leiteiro com cultivares de soja, nas proporções de 30:0; 20:10; 15:15; 10:20 e 0:30 plantas vaso⁻¹ cultura: planta daninha. Aos 50 dias após a emergência da cultura e/ou das plantas daninhas foram avaliadas as variáveis área foliar (AF) e massa seca da parte aérea (MS). Ocorreu competição entre as cultivares de soja na presença de picão-preto e/ou leiteiro, sendo afetados negativamente, independentemente da proporção de plantas, provocando em todos os casos redução na AF e da MS das espécies. A soja apresentou maior competitividade que o picão-preto e/ou o leiteiro. O leiteiro apresenta maior agressividade que o picão-preto ao ocasionar menor produção de AF e MS das cultivares de soja. A competição interespecífica causa maiores prejuízos a AF e a MS das espécies do que a intraespecífica. Ocorre basicamente a competição pelos mesmos recursos do meio entre a cultura da soja com as plantas daninhas picão-preto e o leiteiro.

Palavras-chave: *Bidens pilosa*; competição; *Euphorbia heterophylla*; *Glycine max*

Competitive ability of transgenic soybean cultivars coexisting with weeds

ABSTRACT

The aim of this work was to determine the competitive ability of soybean cultivars in the presence of cobbler's pegs and wild poinsettia in association in different plant proportions. The experiment was conducted in blocks randomized design, four replications. The weeds tested included cobbler's pegs and the wild poinsettia with the soybean cultivars, the ratios of 30: 0; 20:10; 15:15; 10:20 and 00:30 pot⁻¹ crop plants: weed. At 50 days after emergence of the crop and/or weed the plants variables: leaf area (LA) and dry weight of shoot (DM) were evaluated. There was competition between the soybean cultivars in the presence of cobbler's pegs and/or wild poinsettia being adversely affected, irrespective of the proportion of plants, resulting in all cases reduction in LA and DM of the species. Soybean in general showed higher competitiveness than cobbler's pegs and/or wild poinsettia. The wild poinsettia is more aggressive than the cobbler's pegs causing lower production of LA and DM of the soybean cultivars. The interspecific competition caused a greater harm to LA and DM of the species than the intraspecific competition. Basically, is the competition for the same environment resources of the soybean crop with the weeds cobbler's pegs and wild poinsettia.

Key words: *Bidens pilosa*; competition; *Euphorbia heterophylla*; *Glycine max*

Introdução

O Brasil é um dos maiores produtores de soja, destinada para o consumo interno e para exportação. No país, a área cultivada com soja foi de 32,1 milhões de hectares na safra 2014/15, com produtividade média de 2998 kg ha⁻¹, sendo essa a principal cultura agrícola do Brasil em termos de quantidade produzida e área semeada (Conab, 2016).

O desempenho agrônomo da cultura da soja, bem como a produtividade e a qualidade de grãos podem ser comprometidos por diversos fatores, entre os quais destaca-se a competição com as plantas daninhas. As plantas daninhas competem com as culturas pelos recursos disponíveis no ambiente, liberaram substâncias alelopáticas, bem como podem hospedar pragas e doenças, conseqüentemente, ocasionando perdas de produtividade e na qualidade dos grãos (Agostinetto et al., 2008; Lamego et al., 2013).

Entre as plantas daninhas que infestam a soja e que apresentam elevada importância destacam-se o picão-preto (*Bidens pilosa*) e o leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), já que essas quando não controladas interferem no crescimento e no desenvolvimento da cultura com conseqüente redução da produtividade de grãos (Rizzardi et al., 2003).

O picão-preto interfere negativamente também nas características fisiológicas do feijoeiro, como no consumo de CO₂, transpiração, condutância estomática e principalmente na taxa fotossintética (Manabe et al., 2014). Essa espécie daninha apresenta ainda elevada competitividade por nutrientes, podendo reduzir em mais de 50% a absorção de nitrogênio, fósforo e potássio pelas plantas de feijão (Cury et al., 2013) afetando assim a quantidade e a qualidade dos grãos colhidos.

O leiteiro destaca-se como planta daninha preponderante, por ser de difícil controle, apresentar biótipos com resistência múltipla aos herbicidas inibidores da acetolactato sintase – ALS e protoporfirinogênio oxidase – PROTOX, além de ser tolerante aos inibidores da enol piruvil shiquimato fosfato sintase - EPSPs (Vargas et al., 2013) e ao mesmo tempo, essa planta daninha apresenta elevada habilidade competitiva ao conviver com a cultura da soja (Carvalho et al., 2010). O leiteiro é descrito como uma das mais importantes plantas daninhas infestantes da soja no Rio Grande do Sul (Rizzardi & Silva, 2014). A cultura da soja em competição com leiteiro apresentou variação na altura de plantas, redução do número de trifólios, diminui o acúmulo de massa seca e de macronutrientes (Carvalho et al., 2010).

Em função da elevada agressividade que o picão-preto e o leiteiro apresentam quando infestam a soja, práticas de manejo são necessárias combinando ações de controle como: solo permanentemente coberto, uso rotineiro da rotação de culturas e adoção de técnicas culturais apropriadas (Rizzardi & Silva, 2014; Lamego et al., 2013), além da identificação de cultivares que apresentem maior habilidade competitiva na presença de plantas daninhas.

Em nível de lavoura, a população das plantas cultivadas geralmente é constante, ao passo que a população das plantas daninhas varia de acordo com o banco de sementes do solo, com as condições ambientais e que alteram o nível de infestação (Galon et al., 2011; Agostinetto et al., 2013). Desse modo, nos

estudos de competição, não basta avaliar somente a população de plantas no processo competitivo, mas também é importante verificar a influência da variação na proporção de plantas entre as espécies (Bianchi et al., 2006). Uma vez que, para Vilá et al. (2004), a densidade de plantas daninhas é o fator que mais afeta a interferência sobre as culturas de interesse agrônomo.

A determinação das interações competitivas entre cultivares e espécies de plantas daninhas requer delineamentos experimentais e métodos de análise apropriados, sendo os experimentos substitutivos convencionais os mais recomendados para esclarecer tais relações (Roush et al., 1989). A interpretação dos dados de experimento substitutivo resulta em medida da competitividade entre as espécies, com base na resposta relativa da variável em estudo, podendo ser: a produção de massa seca da parte aérea, área foliar, estatura, perfilhamento e índice de cobertura do solo; contudo, a resposta é dada pela variação da proporção de plantas associadas (Vida et al., 2006; Bianchi et al., 2006; Agostinetto et al., 2013).

Em experimentos conduzidos em séries substitutivas, geralmente as culturas demonstram maior habilidade competitiva do que as espécies daninhas. Isso ocorre porque, em campo, o efeito da planta daninha sobre a cultura se deve, principalmente, ao nível de infestação e não à sua habilidade competitiva individual (Vilá et al., 2004). No entanto, quando há competição entre indivíduos do mesmo gênero e/ou espécie, a vantagem competitiva da cultura poderá ser alterada, uma vez que ambos exploram o mesmo nicho ecológico. Assim, experimentos conduzidos em série de substituição entre cultivares de soja na presença de picão-preto e de leiteiro podem refletir a capacidade competitiva das espécies em função da variação populacional, já que em campo as plantas daninhas apresentam maior habilidade competitiva do que as culturas, em razão da maior densidade de plantas por área, enquanto nas culturas a densidade é fixa.

Logo, torna-se relevante estudos que evidenciem a variação na proporção entre as cultivares de soja e as plantas daninhas para se desenvolver estratégias de manejo, a partir da possibilidade de definir as características que confirmam maior habilidade competitiva às culturas (Fleck et al., 2008; Agostinetto et al., 2013).

A hipótese do trabalho é que as cultivares de soja transgênica respondem de maneira diferenciada a competição com as plantas daninhas picão-preto e leiteiro. Com isso o objetivo do trabalho foi determinar a habilidade competitiva de cultivares de soja transgênica na presença das plantas daninhas picão-preto e leiteiro, em diferentes proporções de plantas na associação.

Material e Métodos

Experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, em unidades experimentais constituídas por vasos plásticos com capacidade para 8 dm³, preenchidos com solo oriundo de áreas cultivadas com culturas anuais, classificado como Latossolo Vermelho, previamente corrigido e adubado. As características químicas e físicas do solo foram: pH em água de 4,8; MO = 3,5%; P= 4,0 mg dm⁻³; K= 117,0 mg dm⁻³; Al³⁺=0,6 cmolc dm⁻³; Ca²⁺= 4,7 cmolc dm⁻³; Mg²⁺= 1,8 cmolc dm⁻³; CTC(t)= 7,4

cmolc dm⁻³; CTC(TpH=7,0)= 16,5 cmolc dm⁻³; H+Al= 9,7 cmolc dm⁻³; SB= 6,8 cmolc dm⁻³; V= 41%; e Argila= 60%.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizado, com quatro repetições. Os competidores testados incluíram as cultivares de soja BMX Alvo RR e Fundacep 55RR as quais competiram com biótipos de picão-preto e/ou de leiteiro.

Foram realizados experimentos preliminares, tanto para as cultivares de soja quanto para as plantas daninhas, em sistema de monocultivo, com o objetivo de determinar a população de plantas em que a produção final torna-se constante. Para isso utilizou-se populações de 1, 2, 4, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56 e 64 plantas vaso⁻¹ (equivalentes a 24, 48, 96, 192, 384, 576, 768, 960, 1.152, 1.344 e 1.536 plantas m⁻²). A produção final constante foi obtida com população de 30 plantas vaso⁻¹, para todas as cultivares testadas em competição com as plantas daninhas, o que equivaleu a 722 plantas m⁻² (dados não apresentados).

Outros experimentos foram instalados para avaliar a competitividade das cultivares de soja BMX Alvo RR e Fundacep 55RR com as plantas de picão-preto e de leiteiro, conduzidos em série de substituição, nas diferentes combinações das cultivares e dos biótipos das plantas daninhas, variando-se as proporções relativas de plantas vaso⁻¹ (30:0; 20:10; 15:15; 10:20 e 0:30), mantendo-se constante a população total de plantas (30 plantas vaso⁻¹). Para estabelecer as populações desejadas em cada tratamento e obter uniformidade das plântulas, as sementes foram previamente semeadas em bandejas, sendo posteriormente transplantadas para os vasos.

Aos 50 dias após a emergência das espécies efetuou-se a aferição da área foliar – AF (cm² vaso⁻¹) e da massa seca da parte aérea – MS (g vaso⁻¹) das plantas. Para a determinação da AF utilizou-se um medidor portátil de área foliar modelo CI-203 BioScience, quantificando a AF em todas as plantas em cada tratamento. Após determinação da AF as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e postas para secagem em estufa com circulação forçada de ar, a temperatura de 60 ± 5°C, até o material atingir massa constante para aferir-se a MS das espécies.

Os dados foram analisados através do método da análise gráfica da variação ou produtividade relativa (Roush et al., 1989; Cousens, 1991; Bianchi et al., 2006). O referido procedimento consiste na construção de um diagrama tendo por base as produtividades ou variações relativas (PR) e total (PRT). Quando o resultado da PR for uma linha reta, significa que a habilidade das espécies é equivalente. Caso a PR resultar em linha côncava, indica que existe prejuízo no crescimento de uma ou de ambas as espécies. Ao contrário, se a PR mostrar linha convexa, há benefício no crescimento de uma ou de ambas as espécies. Quando a PRT for igual à unidade 1 (linha reta), ocorre competição pelos mesmos recursos; se ela for superior a 1 (linha convexa), a competição é evitada. Caso a PRT for menor que 1 (linha côncava), ocorre prejuízo mútuo ao crescimento (Cousens, 1991).

Foram calculados os índices de competitividade relativa (CR), coeficiente de agrupamento relativo (K) e agressividade (A), para a proporção de plantas 50:50 das espécies envolvidas no experimento (soja *versus* picão-preto e/ou leiteiro) ou as

populações de 15:15 plantas vaso⁻¹, de acordo com as equações descritas por Cousens & O'Neill (1993). A CR representa o crescimento comparativo das cultivares de soja (X) em relação aos competidores picão-preto e/ou leiteiro (Y); K indica a dominância relativa de uma espécie sobre a outra, e A aponta qual das espécies é mais competitiva. As cultivares de soja X são mais competitivas que o picão-preto e/ou o leiteiro Y quando CR > 1, K_x > K_y e A > 0; por outro lado, o picão-preto e/ou o leiteiro Y é mais competitivo que as cultivares de soja X quando CR < 1, K_x < K_y e A < 0 (Hoffman & Buhler, 2002). A análise conjunta desses valores indica com maior precisão a competitividade das espécies envolvidas na comunidade.

O procedimento de análise estatística da produtividade ou variação relativa incluiu o cálculo das diferenças para os valores de PR (DPR), obtidos nas proporções 25, 50 e 75%, em relação aos valores pertencentes à reta hipotética nas respectivas proporções, quais sejam, 0,25; 0,50 e 0,75 para PR (Bianchi et al., 2006; Fleck et al., 2008). Utilizou-se o teste “t”, para testar as diferenças relativas aos índices DPR, PRT, CR, K e A (Roush et al., 1989; Hoffman & Buhler, 2002). Considerou-se como hipótese nula, para testar as diferenças de DPR e A, que as médias fossem iguais a zero (H₀ = 0); para PRT e CR, que as médias fossem iguais a um (H₀ = 1); e, para K, que as médias das diferenças entre K_x e K_y fossem iguais a zero [H₀ = (K_x – K_y) = 0]. O critério para se considerar as curvas de PR e PRT diferentes das retas hipotéticas ou se havia diferença em competitividade (CR, K e A) foi que, no mínimo em duas proporções, ocorresse diferenças significativas pelo teste “t” (Bianchi et al., 2006; Fleck et al., 2008).

Os resultados obtidos para AF e MS, expressos em valores médios por tratamento, foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando esse foi significativo comparou-se as médias dos tratamentos pelo teste de Dunnett, considerando-se as monoculturas como testemunhas nessas comparações. Em todas as análises estatísticas efetuadas adotou-se p ≤ 0,05.

Resultados e Discussão

Os resultados gráficos demonstram, para as combinações de plantas das cultivares de soja BMX Alvo RR e Fundacep 55RR com os biótipos de picão-preto e/ou leiteiro (competidores), que as duas cultivares apresentaram semelhanças quanto à competição com as espécies daninhas, ocorrendo diferenças significativas para as variáveis AF e MS nas proporções de plantas testadas (Figuras 1 e 2).

Com relação à PRT, houve diferenças significativas entre os valores esperados e estimados em pelo menos duas proporções em relação à AF e MS das cultivares BMX Alvo RR e Fundacep 55RR ao competirem com picão-preto e/ou leiteiro, com linhas côncavas e valores médios inferiores a 1 (Figuras 1 e 2). Esses resultados da PRT de linhas côncavas e valores inferiores a 1 permitem inferir que ocorreu competição entre a soja e as plantas daninhas (picão-preto e leiteiro) pelos mesmos recursos presentes no meio. Pois, de acordo com Rubin et al. (2014) quando a PRT < 1 há um antagonismo mútuo entre as espécies que estão competindo pelos recursos do ambiente.

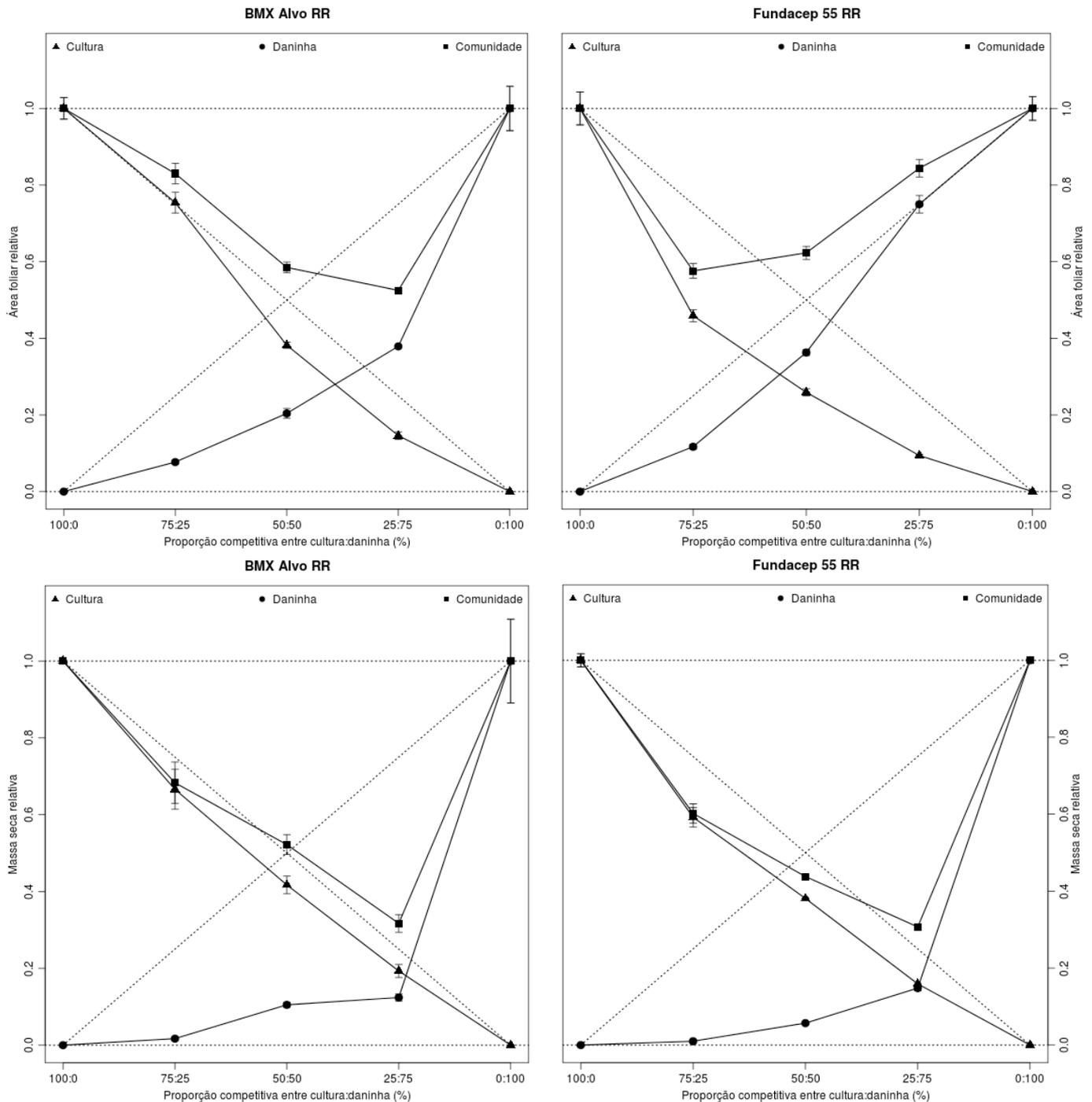


Figura 1. Produtividade relativa (PR) para área foliar relativa e massa seca relativa das plantas de picão-preto (●) e soja (▲), e produtividade relativa total (PRT) da comunidade (■) em função da proporção de plantas (soja: picão-preto). Linhas tracejadas representam os valores esperados, na ausência de competição, e linhas sólidas os valores observados quando as espécies competiram em diferentes proporções de plantas. São apresentados os erros-padrão entre as repetições de cada valor observado. UFFS, Erechim-RS.

A presença de linhas côncavas em todas as simulações indicou que ocorreu competição pelos mesmos recursos do ambiente, havendo prejuízo para o crescimento tanto da cultura quanto do competidor (Rubin et al., 2014). Em todas as simulações avaliadas as espécies não difeririam entre si para as duas variáveis em estudo (Figuras 1 e 2). Desse modo, não se pode estabelecer que houve maior competição de uma ou de outra espécie, já que ocorreu comportamento similar das mesmas na disputa pelos recursos do meio ao se avaliar a AF e a MS. As perdas de AF e MS foram observadas mesmo

nas menores proporções das espécies daninhas, o que indica que essas podem causar danos a cultura mesmo em baixa população, como observado na cultura da cevada sob influência do azevém (Galon et al., 2011) ou de soja na presença de nabo (Bianchi et al., 2006).

Observou-se para as variáveis AF e MS em todas as combinações de plantas envolvendo as cultivares BMX Alvo RR e Fundacep 55RR com as plantas de picão-preto e/ou leiteiro que os desvios das retas da PR em relação às retas esperadas, são linhas côncavas em todas as simulações, e

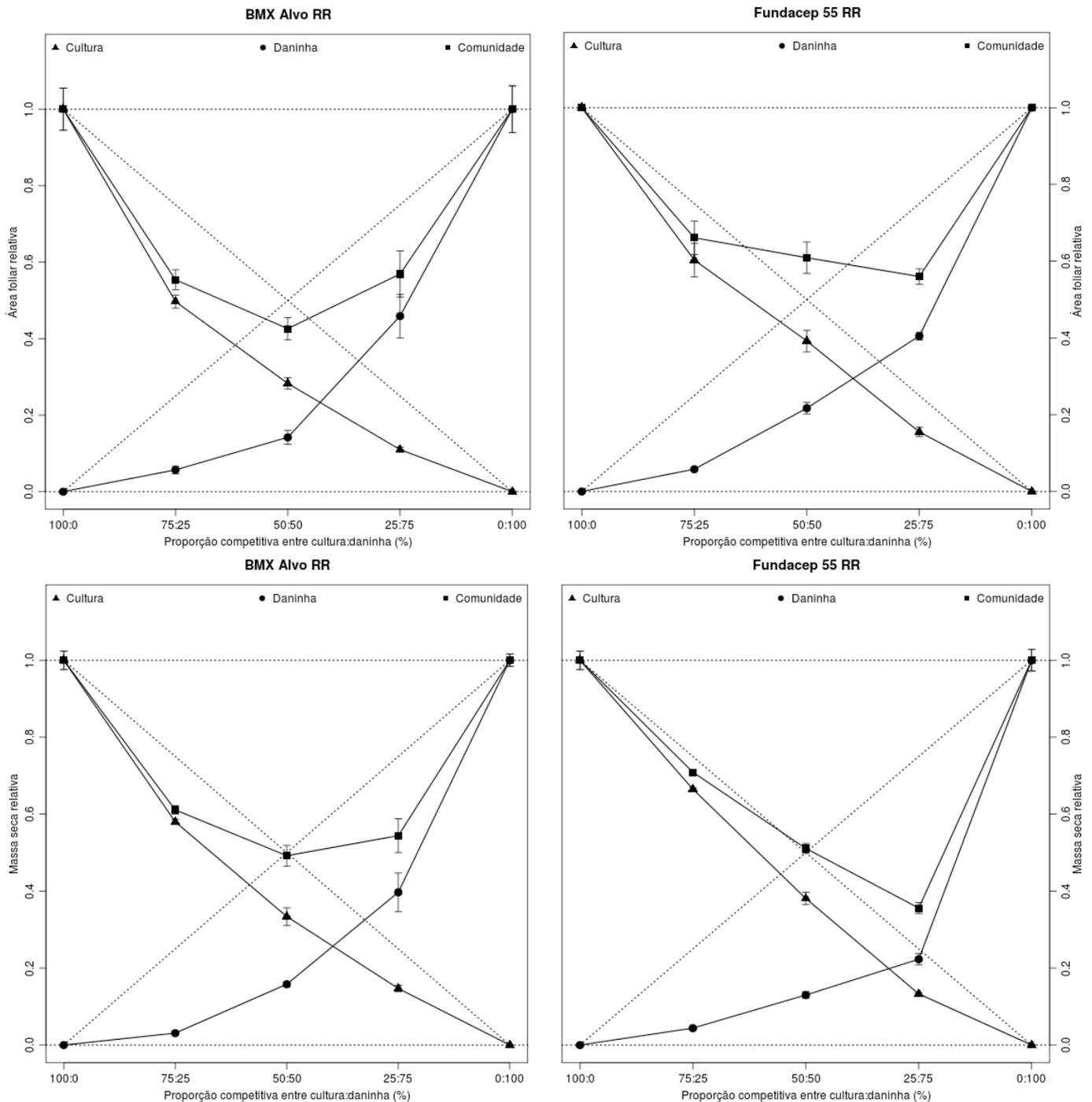


Figura 2. Produtividade relativa (PR) para área foliar relativa e massa seca da parte aérea relativa das plantas de leiteiro (●) e soja (▲), e produtividade relativa total (PRT) da comunidade (■) em função da proporção de plantas (soja: leiteiro). Linhas tracejadas representam os valores esperados, na ausência de competição, e linhas sólidas os valores observados quando as espécies competiram em diferentes proporções de plantas. São apresentados os erros-padrão entre as repetições de cada valor observado. UFFS, Erechim-RS.

que em pelo menos duas proporções de plantas, conforme os resultados expressos pelos erros-padrão nas Figuras 1 e 2, tanto para a cultura quanto que para as plantas daninhas ocorreu significância. Isto demonstra que a cultura e a planta daninha competem pelos mesmos recursos do meio em que estão inseridos ocorrendo prejuízo para o crescimento de todas as espécies envolvidas na comunidade. Ressalta-se que para haver significância tem-se a necessidade que pelo menos duas proporções de plantas defiram entre si (Bianchi et al., 2006), neste sentido verificou-se a ocorrência de diferenças

significativas entre as retas estimadas e as esperadas nas variáveis estudadas e em todas as proporções de plantas tanto para as PR quanto para as PRT (Figuras 1 e 2).

Ao estudarem o efeito de azevém sobre a cevada Galon et al. (2011), também constataram a ocorrência de linhas côncavas para a cultura e competidor para as variáveis afilamento, AF e MS, o que corrobora ao encontrado no presente estudo. Verificou-se nesse estudo que nem a soja e nem o picão-preto e/ou leiteiro apresentaram maior habilidade competitiva, ocorrendo assim efeito negativo ao crescimento

das espécies em comunidade, em especial para a soja, pois as plantas daninhas normalmente em áreas agrícolas aparecem em populações superiores às das plantas cultivadas e na maioria das situações são consideradas como mais competitivas no uso dos recursos do ambiente (Bianchi et al., 2006).

De modo geral as cultivares de soja, apresentaram maior crescimento relativo do que o picão-preto e/ou leiteiro em todas as proporções de plantas avaliadas para as variáveis AF e MS, demonstrando a cultura maior PR e menor as plantas daninhas, no entanto apresentaram pouca contribuição para a PRT (Figuras 1 e 2). Pode-se relatar que a provável causa de a soja ter apresentado maior crescimento relativo que as plantas daninhas e tenha demonstrado maior competitividade pode estar relacionado com a população de plantas que competiram com a cultura, uma vez que as plantas daninhas apresentam maior habilidade competitiva quando em densidades populacionais elevadas e não individualmente (Carvalho & Christoffoleti, 2008; Agostinetto et al., 2013). Deve-se ressaltar que, em experimentos substitutivos, existe pouca evidência de haver mudanças qualitativas devido ao aumento da população, ou seja, a dominância de uma espécie sobre a outra raramente muda com a alteração da população (Cousens & O'Neill, 1993).

Constatou-se aumentos na PRT das combinações quanto maiores foram as proporções de plantas competindo entre si, situação significativa para todas as variáveis estudadas (Figuras 1 e 2). Esse comportamento mostra que as espécies são competitivas e que uma não contribui mais que o esperado para a produtividade total da outra. Por pertencerem as famílias botânicas distintas, esperava-se que as cultivares de soja, o picão-preto e o leiteiro explorarem diferentes nichos ecológicos e não competissem pelos mesmos recursos do ambiente. Assim sendo não apresentariam distinção em termos de competitividade, pois tais diferenças foram verificadas em muitos estudos que usaram espécies aparentadas, como, por exemplo, entre cevada x azevém (Galon et al., 2011), arroz x arroz-vermelho (Fleck et al., 2008), canola x nabo (Galon et al., 2015) e sorgo cultivado x *Sorghum halepense* (Hoffman & Buhler, 2002). No entanto, alguns trabalhos relatam a ocorrência de diferenciação na competição de plantas mesmo entre famílias distintas, como trigo x nabo (Rigoli et al., 2008), milho x soja (Agostinetto et al., 2013) e arroz x angiquinho (Galon et al., 2015). Carvalho & Christoffoleti (2008), ao trabalharem com a cultura do feijoeiro em competição com várias espécies do gênero *Amaranthus*, observaram que a PRT da comunidade, de modo geral, também foi prejudicada, demonstrando que tanto as plantas daninhas como a cultura apresentam prejuízos quando em competição.

O crescimento relativo das cultivares de soja BMX Alvo RR e Fundacep 55RR apresentou, em geral, valores semelhantes na mesma proporção de plantas em competição, para as variáveis AF e MS (Figuras 1 e 2). Sendo assim, apesar das cultivares apresentarem características distintas quanto à estatura e ciclo de desenvolvimento, não se observou diferenciação na competição destas com picão-preto e/ou leiteiro, ou seja, apresentaram comportamento similar na presença das plantas daninhas. Estes resultados permitem inferir que não há efeito acentuado de características intrínsecas de cultivar sobre as

plantas daninhas e que a habilidade das cultivares de soja em interferir sobre o picão-preto e/ou o leiteiro foi equivalente.

Em relação as variáveis morfológicas da AF e MS, das cultivares de soja BMX Alvo RR e Fundacep 55RR foram reduzidas quando competiram com o picão-preto e/ou leiteiro em todas as associações analisadas, independentemente da proporção de plantas na associação (Tabelas 1 e 2). Observou-se que quanto mais elevada a proporção dos competidores na associação com as cultivares, maiores foram os danos às variáveis da cultura da soja. Em relação ao picão-preto e ao leiteiro verificou-se redução na AF e na MS, quando em igual ou menor proporção de plantas, comparativamente as cultivares de soja BMX Alvo RR e Fundacep 55RR. Cabe destacar que se considerou como significativos os resultados quando em pelo menos duas proporções de plantas defiram entre si (Bianchi et al., 2006).

Estudos demonstram que pode ocorrer prejuízo ao crescimento das culturas e das plantas daninhas quando essas estiverem em competição numa determinada comunidade (Fleck et al., 2008; Rigoli et al., 2008; Galon et al., 2011). Os menores valores de acúmulo de MS demonstram a elevada competição interespecífica, em que as espécies disputam os mesmos recursos do meio, conforme constatado por Bianchi et al. (2006), ao avaliarem a interferência entre nabo com cultivares de soja. No presente estudo a cultura encontrava-se bem distribuída, o que eleva a habilidade competitiva da mesma, enquanto a distribuição em linhas, geralmente utilizada a campo, incrementa os danos causados pela comunidade infestante (Dusabumuremyi et al., 2014).

Os resultados demonstram, para as variáveis AF e MS, que as maiores médias por planta da cultura ou mesmo

Tabela 1. Diferenças entre plantas associadas ou não dos cultivares de soja Fundacep 55RR e BMX Alvo e de picão-preto para as variáveis área foliar e massa seca da parte aérea, aos 50 dias após a emergência das plantas. UFFS, Erechim-RS.

Proporção de plantas (soja: picão-preto)	Área foliar (cm ² tratamento ⁻¹)	Massa seca da parte aérea (g tratamento ⁻¹)
Soja Fundacep 55RR		
100:0 (T)	16806,7	75,9
75:25	10290,5*	59,9*
50:50	8716,4*	57,9*
25:75	6327,0*	48,4*
CV (%)	9,4	5,3
Competidor picão-preto		
100:0 (T)	3640,8	29,5
75:25	3640,8	5,8*
50:50	2646,8*	3,4*
25:75	1704,6*	1,2*
CV (%)	7,3	3,5
Soja BMX Alvo RR		
100:0 (T)	14322,6	75,1
75:25	14252,8	66,6
50:50	10877,3*	62,6
25:75	8319,6*	57,9*
CV (%)	8,3	13,7
Competidor picão-preto		
100:0 (T)	8901,9	28,3
75:25	4503,9*	4,7*
50:50	3623,4*	5,9*
25:75	2725,4*	2,0*
CV (%)	13,4	34,3

* Média difere da testemunha (T) pelo teste de Dunnett (p≤0,05).

Tabela 2. Diferenças entre plantas associadas ou não dos cultivares de soja BMX Alvo RR e Fundacep 55 RR e de leiteiro para as variáveis área foliar e massa seca da parte aérea, aos 50 dias após a emergência das plantas. UFFS, Erechim, RS.

Proporção de plantas (soja:picão-preto)	Área foliar (cm ² tratamento ⁻¹)	Massa seca da parte aérea (g tratamento ⁻¹)
Soja Fundacep 55RR		
100:0 (T)	4823,3	47,3
75:25	3877,7*	41,9*
50:50	3782,0*	36,1*
25:75	2980,9*	25,2*
CV (%)	13,1	6,1
Competidor leiteiro		
100:0 (T)	6065,7	25,3
75:25	3276,4*	7,5*
50:50	2635,9*	6,6*
25:75	1419,1*	4,5*
CV (%)	7,1	10,3
Soja BMX Alvo RR		
100:0 (T)	7302,5	44,6
75:25	4836,9*	34,5*
50:50	4140,4*	29,8*
25:75	3212,9*	26,2*
CV (%)	12,1	9,1
Competidor leiteiro		
100:0 (T)	8489,3	27,3
75:25	5189,9*	14,5*
50:50	2414,8*	8,6*
25:75	1937,5*	3,4*
CV (%)	23,5	16,3

* Média difere da testemunha (T) pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$).

do picão-preto e do leiteiro foram obtidas quando estas se apresentavam em populações menores nas associações em todas as combinações (Tabelas 1 e 2). Ao se comparar os valores médios de AF e MS das cultivares BMX Alvo RR e Fundacep 55RR envolvidas na competição com as plantas daninhas, em cada proporção de plantas da mistura (100, 75, 50 e 25%) observou-se que o leiteiro demonstrou maior efeito prejudicial ao crescimento da soja do que o picão-preto (Tabelas 1 e 2). Dias et al. (2010), ao estudarem a competição de *Brachiaria plantaginea* e *Commelina benghalensis* com a soja também constaram ocorrer diferenciação na habilidade competitiva das plantas daninhas, sendo que a primeira espécie demonstrou ser mais competitiva que a cultura e a segunda apresentou comportamento competitivo similar ao da soja, o que corrobora com os resultados distintos encontrados no presente estudo. Galon et al. (2015), também verificaram haver

diferenciação no efeito competitivo de espécies pertencentes a diferentes famílias botânicas (nabo - Brassicaceae e azevém - Poaceae) quando infestaram a cultura da canola.

Observou-se que os valores de AF e MS das cultivares de soja nas proporções de cada mistura (25, 50 e 75%) com os obtidos em monocultura (100%), que a competição interespecífica em todas as espécies envolvidas na associação (soja x picão-preto e/ou soja x leiteiro) foram mais expressivas com as maiores médias por plantas da cultura e das plantas daninhas quando essas se apresentavam em populações maiores (Tabelas 1 e 2). Corroboram com os resultados do presente trabalho os encontrados por Bianchi et al. (2006), ao avaliarem soja x nabo; Fleck et al. (2008) e Agostinetto et al. (2013), ao pesquisarem arroz e soja x milhã. A competição afeta quantitativa e qualitativamente a produção, pois modifica a eficiência de aproveitamento dos recursos do ambiente, como água, luz, CO₂ e nutrientes (Bianchi et al., 2006), estabelecendo-se entre a cultura e as plantas de outras espécies existentes no local. As plantas que se estabelecem primeiro em uma determinada comunidade são beneficiadas no processo de competição, ou mesmo em função de características diferenciadas como maior; estatura, índice de área folia, produção de massa verde ou seca, sistema radicular, dentre outras, que determinada qual cultivar ou híbrido demonstre maior habilidade competitiva.

Ao semear as culturas em associação com plantas daninhas, com variação na proporção de plantas, normalmente as culturas apresentam vantagem quanto a produtividade relativa, demonstrando assim que a competição intraespecífica excede a interespecífica (Vilá et al., 2004). Resultados similares ocorreram quando o trigo conviveu com o azevém (Rigoli et al., 2008), cevada ao ser infestada por azevém (Galon et al., 2011) e arroz na presença de angiquinho (Galon et al., 2015).

De modo geral, o crescimento das cultivares de soja BMX Alvo RR e Fundacep 55RR superou o do picão-preto e do leiteiro, de acordo com o indicado pelo índice CR (maior que 1) para as duas variáveis estudadas, AF e MS (Tabela 3). Observou-se ainda dominância relativa da soja sobre as plantas daninhas expressos pelos índices K ($K_{soja} > K_{plantas\ daninhas}$) e que a cultura é mais competitiva do que o picão-preto e/ou o leiteiro segundo o índice de agressividade (positivo A). Em todas as comparações verificaram-se diferenças significativas em pelo menos dois índices (Bianchi et al., 2006) entre as cultivares

Tabela 3. Índices de competitividade entre as cultivares de soja Fundacep 55 RR e BMX Alvo RR com as plantas daninhas picão-preto e/ou leiteiro, expressos por competitividade relativa (CR), coeficientes de agrupamentos relativos (K) e de agressividade (A), obtidos em experimentos conduzidos em séries substitutivas, aos 50 dias após a emergência das plantas. UFFS, Erechim, RS.

Variável	CR	Kx (soja)	Ky (planta daninha)	A
Área foliar				
Fundacep 55 RR x picão-preto	0,73* ($\pm 0,01$)	0,35* ($\pm 0,02$)	0,57 ($\pm 0,02$)	-0,10* ($\pm 0,00$)
BMX Alvo RR x picão-preto	1,90* ($\pm 0,12$)	0,62* ($\pm 0,02$)	0,26 ($\pm 0,02$)	0,18* ($\pm 0,02$)
Massa seca da parte aérea				
Fundacep 55 RR x picão-preto	6,74* ($\pm 0,29$)	0,62* ($\pm 0,01$)	0,06 ($\pm 0,03$)	0,32* ($\pm 0,04$)
BMX Alvo RR x picão-preto	4,00* ($\pm 0,29$)	0,72* ($\pm 0,07$)	0,12 ($\pm 0,01$)	0,31* ($\pm 0,02$)
Área foliar				
Fundacep 55 RR x leiteiro	1,81 ($\pm 0,07$)*	0,65 ($\pm 0,08$)*	0,28 ($\pm 0,02$)	0,17 ($\pm 0,02$)*
BMX Alvo RR x leiteiro	2,05 ($\pm 0,18$)*	0,40 ($\pm 0,03$)*	0,17 ($\pm 0,02$)	0,14 ($\pm 0,01$)*
Massa seca da parte aérea				
Fundacep 55 RR x leiteiro	3,01 ($\pm 0,35$)*	0,62 ($\pm 0,04$)*	0,15 ($\pm 0,01$)	0,25 ($\pm 0,02$)*
BMX Alvo RR x leiteiro	2,11 ($\pm 0,13$)*	0,51 ($\pm 0,05$)*	0,06 ($\pm 0,01$)	0,18 ($\pm 0,02$)*

CR e A: teste T, sendo considerados significativos quando diferiram ($p \leq 0,05$) de 1 e 0, respectivamente. Diferença entre K_x e K_y comparada pelo teste T com critério de Welch, sendo significativa quando $p \leq 0,05$.

de soja, o picão-preto e o leiteiro que demonstra que ambos não se equivalem em termos de competição pelos recursos do ambiente, destacando-se a soja como a mais competitiva do que as plantas daninhas.

Utilizando os três índices para definir competitividade foi verificado que o sorgo cultivado foi mais competitivo que *Sorghum halepense* (Hoffman & Buhler, 2002) e que o nabo forrageiro foi mais competitivo que genótipos de soja (Bianchi et al. 2006). Ao avaliar a habilidade competitiva de soja ao ser infestada por milhã Agostinnetto et al. (2013) também constataram que a cultura apresentou maior competitividade do que a planta daninha.

Desse modo constatou-se que há diferenciação, em relação aos três índices avaliados (CR, K e A) quando a soja conviveu com o picão-preto e/ou o leiteiro, sendo que somente em uma situação a planta daninha demonstrou maior CR, K e A que a cultura, para a cultivar Fundacep 55RR ao conviver com o picão-preto, para a variável área foliar (Tabela 3). A provável causa dessa situação está nas características da cultivar, como, hábito de crescimento determinado, ciclo precoce, plantas de estatura baixa, menor índice de área foliar, entre outros aspectos. Em relação aos três índices avaliados para definir competitividade, foi verificado que a soja foi mais competitiva que a milhã (Agostinnetto et al., 2013) e que o nabo (Bianchi et al., 2006).

Na maioria das situações a cultura apresentou maior habilidade competitiva do que as plantas daninhas de modo isolado em função de que o efeito das espécies daninhas não se deve à sua maior competição individual, mas, principalmente, pelo efeito combinado de sua população total de plantas (Vilá et al., 2004). Porém em alguns trabalhos as plantas daninhas apresentaram maior habilidade competitiva, como o nabo ao infestar a soja (Bianchi et al., 2006), azevém x cevada (Galon et al., 2011) e papuã e trapoeraba x soja (Dias et al., 2013). Cabe destacar ainda que em uma comunidade de plantas há benefício na competição pelos recursos para aquelas que se estabelecem primeiro, ou por características intrínsecas de cada cultivar ou híbrido quanto à habilidade competitiva (estatura, velocidade de crescimento, número de filhos, área foliar, massa seca, dentre outras) e desse modo menores quantidades de recursos ficarão disponíveis no meio o que acarreta aumento de dano ao competidor ou a cultura (Agostinnetto et al., 2013).

Interpretando-se conjuntamente as análises gráficas de variáveis relativas e suas significâncias em relação aos valores equivalentes (Figuras 1 e 2), as variáveis morfológicas (Tabelas 1 e 2) e os índices de competitividade (Tabela 3), em geral, constatou-se que há efeito de interação negativa entre as espécies, sendo as cultivares de soja BMX Alvo RR e Fundacep 55RR, bem como o picão-preto e o leiteiro afetados. Dentre as plantas daninhas destaca-se que o competidor leiteiro demonstrou maior agressividade as cultivares de soja, por ter ocasionado maior redução nas variáveis morfológicas, AF e MS, da cultura em relação ao competidor picão-preto. As cultivares de soja demonstram maior habilidade competitiva que as plantas daninhas em todas as proporções de plantas associadas. Desse modo, as diferenças em termos de competitividade das espécies avaliadas podem ser devido ao fato destas explorarem os mesmos recursos, água, luz e nutrientes do meio.

Conclusões

Ocorre competição entre as cultivares de soja (BMX Alvo RR e Fundacep 55RR) na presença de picão-preto e/ou leiteiro, sendo afetados negativamente, independentemente da proporção de plantas, provocando reduções na AF e MS das espécies.

O leiteiro apresenta maior agressividade que o picão-preto ao ocasionar menor produção de AF e MS das cultivares de soja.

A competição interespecífica causa maiores prejuízos a AF e a MS das espécies do que a competição intraespecífica.

Ocorre basicamente a competição pelos mesmos recursos do meio entre a cultura da soja com as plantas daninhas picão-preto e/ou leiteiro.

Desta forma, recomenda-se o controle de picão-preto e do leiteiro mesmo quando esses estiverem presentes em baixas densidades, devido aos prejuízos que causam ao crescimento da cultura da soja.

Agradecimentos

Ao CNPq e à FAPERGS, pelo auxílio financeiro à pesquisa (processos n. 482144/2012-2/CNPq e 12/2265-3/FAPERGS) e pelas concessões de bolsas.

Literatura Citada

- Agostinnetto, D.; Camponogara, L.F.; Vargas, L.; Markus, C.; Oliveira, E. Habilidade competitiva relativa de milhã em convivência com arroz irrigado e soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.48, n.10, p.1315-1322, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013001000002>.
- Agostinnetto, D.; Rigoli, R.P.; Schaedler, C.E.; Tironi, S.P.; Santos, L.D. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. Planta Daninha, v.26, n.2, p.271-278, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582008000200003>.
- Bianchi, M.A.; Fleck, N.G.; Lamego, F.P. Proporção entre plantas de soja e plantas competidoras e as relações de interferência mútua. Ciência Rural, v.36, n.5, 1380-1387, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000500006>.
- Carvalho, L.B.; Bianco, S.; Guzzo, C.D. Interferência de *Euphorbia heterophylla* no crescimento e acúmulo de macronutrientes da soja. Planta Daninha, v.28, n.1, p.33-39, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000100004>.
- Carvalho, S.J.P.; Christoffoleti, P.J.; Competition of *Amaranthus* species with dry bean plants. Scientia Agricola, v.65, n.3, p.239-245, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162008000300003>.
- Companhia Nacional de Abastecimento - Conab. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. <http://www.conab.gov.br>. 23 Mai. 2016.
- Cousens, R.; O'Neill, M. Density dependence of replacement series experiments. Oikos, v.66, n.2, p.347-352, 1993. <https://doi.org/10.2307/3544824>.

- Cousens, R. Aspects of the design and interpretation of competition (interference) experiments. *Weed Technology*, v.5, n.3, p.664-673, 1991. <http://www.jstor.org/stable/3987056>. 20 Mar. 2016.
- Cury, J.P.; Santos, J.B.; Silva, E.B.; Braga, R.R.; Carvalho, F.P.; Valadão Silva, D.; Byrro, E.C.M. Eficiência nutricional de cultivares de feijão em competição com plantas daninhas. *Planta Daninha*, v.31, n.1, p.79-88, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582013000100009>.
- Dias, A.C.R.; Carvalho, S.J.P.; Marcolini, L.W.; Melo, M.S.C.; Christoffoleti, P.J. Competitiveness of alexandergrass or bengal dayflower with soybean. *Planta Daninha*, v.28, n.3, p.515-522, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000300008>.
- Dusabumuremyi, P.; Niyibigira, C.; Mashingaidze, A.B. Narrow row planting increases yield and suppresses weeds in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in a semi-arid agro-ecology of Nyagatare, Rwanda. *Crop Protection*, v.64, n.1, p.13-18, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.05.021>.
- Fleck, N.G.; Agostinetto, D.; Galon, L.; Schaedler, C.E. Competitividade relativa entre cultivares de arroz irrigado e biótipo de arroz-vermelho. *Planta Daninha*, v.26, n.1, p.101-111, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582008000100011>.
- Galon, L.; Guimarães, S.; Radünz, A.L.; Lima, A.M.; Burg, G.M.; Zandoná, R.R.; Bastiani, M.O.; Belarmino, J.G.; Perin, G.F. Competitividade relativa de cultivares de arroz irrigado com *Aeschynomene denticulata*. *Bragantia*, v.74, n. 1, p.67-74, 2015. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0147>.
- Galon, L.; Tironi, S.P.; Rocha, P.R.R.; Concenço, G.; Silva, A.F.; Vargas, L.; Silva, A.A.; Ferreira, E.A.; Minella, E.; Soares, E.R.; Ferreira, F.A. Habilidade competitiva de cultivares de cevada convivendo com azevém. *Planta Daninha*, v.29, n.4, p.771-781, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582011000400007>.
- 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. [https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2002\)050\[0466:USAAF2\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2002)050[0466:USAAF2]2.0.CO;2).
- Lamego, F.P.; Ruchel, Q.; Kaspar, T.E.; Gallon, M.; Basso, C.J.; Santi, A.L. Habilidade competitiva de cultivares de trigo com plantas daninhas. *Planta Daninha*, v.31, n.3, p.521-531, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582013000300004>.
- Manabe, P.M.S.; Matos, C.C.; Ferreira, E.A.; Silva, A.A.; Sediya, T.; Manabe, A.; Silva, A.F.; Rocha, P.R.R.; Galon, L. Características fisiológicas de feijoeiro em competição com plantas daninhas. *Bioscience Journal*, v.30, n.6, p.1721-1728, 2014. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/22147>. 11 Jul. 2016.
- Rigoli, R.P.; Agostinetto, D.; Schaedler, C.E.; Dal Magro, T.; Tironi, S. Habilidade competitiva relativa do trigo (*Triticum aestivum*) em convivência com azevém (*Lolium multiflorum*) ou nabo (*Raphanus raphanistrum*). *Planta Daninha*, v.26, n.1, p.93-100, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582008000100010>.
- Rizzardi, M.A.; Fleck, N.G.; Mundstock, C.M.; Bianchi, M.A. Perdas de rendimento de grãos de soja causadas por interferência de picão-preto e guanxuma. *Ciência Rural*, v.33, n.4, p.621-627, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782003000400005>.
- Rizzardi, M.A.; Silva, L. Manejo de plantas daninhas eudicotiledôneas na cultura da soja Roundup Ready®. *Planta Daninha*, v.32, n.4, p.683-697, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582014000400003>.
- Roush, M.L.; Radosevich, S.R.; Wagner, R.G.; Maxwell, B.C.; Petersen, T.D. A comparison of methods for measuring effects of density and proportion in plant competition experiments. *Weed Science*, v.37, n.2, p.268-275, 1989. <http://www.jstor.org/stable/4044855>. 13 Abr. 2016.
- Rubin, R.S.; Langaro, A.C.; Mariani, F.; Agostinetto, D.; Berto, R.M. Habilidade competitiva relativa de arroz irrigado com arroz-vermelho suscetível ou resistente ao herbicida imazapyr + imazapic. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.81, n.2, p. 173-179, 2014. <https://doi.org/10.1590/1808-1657001242012>.
- Vargas, L. Nohatto, M.A.; Agostinetto, D.; Bianchi, M.A.; Paula, J.M.; Polidoro, E.; Toledo, R.E. Práticas de manejo e a resistência de *Euphorbia heterophylla* aos inibidores da ALS e tolerância ao glyphosate no Rio Grande do Sul. *Planta Daninha*, v.31, n.2, p.427-432, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582013000200021>.
- Vida, F.B.P.; Lacab, E.A.; Mackille, D.J.; Fernández, G.M.; Fischer, A.J.F. Relating rice traits to weed competitiveness and yield: a path analysis. *Weed Science*, v.54, n.6, p.1122-1131, 2006. <https://doi.org/10.1614/WS-06-042R.1>.
- Vilá, M.; Williamson, M.; Lonsdale, M. Competition experiments on alien weeds with crops: lessons for measuring plant invasion impact? *Biological Invasions*, v.6, n.1, p.59-69, 2004. <https://doi.org/10.1023/B:BINV.000010122.77024.8a>.