

COMPETITIVIDADE RELATIVA DA SOJA EM CONVIVÊNCIA COM PAPUÃ (*Brachiaria plantaginea*)

RELATIVE COMPETITIVENESS OF SOYBEAN IN SIMULTANEOUS GROWTH WITH ALEXANDERGRASS (*Brachiaria plantaginea*)

Dirceu AGOSTINETTO¹
Rubia Piesanti RIGOLI²
Leandro GALON³
Pedro Valério Dutra de MORAES³
Lisiane Camponogara FONTANA³

RESUMO

A habilidade de uma planta para competir com outra se relaciona a fatores como espécie, população, época de emergência e características morfofisiológicas. Os experimentos em série substitutiva possibilitam estudar os efeitos da população e da proporção de plantas em associações de espécies, a importância da competição intra e interespecífica e a diferenciação de nicho ecológico. O objetivo do trabalho foi investigar a habilidade competitiva de plantas de soja com a planta daninha papuã pelo método experimental de série substitutiva. O experimento foi conduzido com população total de 200 plantas m⁻² e proporções de 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100 para soja e papuã, respectivamente, em delineamento completamente casualizado, com quatro repetições. A análise da competitividade foi efetuada por meio de diagramas aplicados a experimentos substitutivos e variáveis morfológicas. Os desvios observados nas retas de produtividade relativa e produtividade relativa total, em relação às retas esperadas, para ambas as espécies, resultaram em linhas côncavas e inferiores a um, demonstrando antagonismo no crescimento das espécies em associação. Para soja e papuã, a competição intraespecífica foi mais importante do que a competição interespecífica.

Palavras-chave: *Glycine max*; interferência; planta daninha; variáveis relativas.

ABSTRACT

The ability of a certain plant to compete with another one is related to factors such as species, population, emergence period and morphophysiological characteristics. Experiments in substitution series allow the study of population effects and proportion of plants in species association, the importance of intra and interspecific competition and the ecological niche differentiation. The objective of this study was to investigate the competitive ability of soybean plants with the weed plant alexandergrass through the experimental method of substitution series. The experiment was carried out with a total population of 200 plants m⁻² and proportions of 100:0, 75:25, 50:50 and 0:100 for soybean and alexandergrass, respectively, in a completely randomized design, with four replications. Competitive analysis was performed through diagrams applied to substitutive experiments and morphologic variables. Deviations observed in relative productivity lines and total relative production, in relation to expected linear lines, for both species, resulted in concave lines and smaller than 1, demonstrating antagonism in the growth of species in association. For soybean and alexandergrass, intraspecific competition was more important than interspecific competition.

Key-words: *Glycine max*; interference; weed plant; relative variables.

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, Professor do Departamento de Fitossanidade da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Campus Universitário, Caixa Postal 354, 96010-900, Pelotas-RS, Brasil. Bolsista do CNPq. E-mail: dirceu_agostinnetto@ufpel.edu.br. Autor para correspondência.

² Bióloga, aluna do curso de Pós-Graduação em Fitossanidade da Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel" (FAEM)/UFPel. Pelotas-RS, Brasil. E-mail: rubiapiesanti@yahoo.com.br.

³ Engenheiro Agrônomo, aluno do curso de Pós-Graduação em Fitossanidade da FAEM/UFPel. Pelotas-RS, Brasil. E-mail: galonleandro@ig.com.br; pvdormoraes@ig.com.br; lisicamponogara@gmail.com.

INTRODUÇÃO

A competição com plantas daninhas é um dos principais fatores responsáveis por reduções na produtividade de grãos da soja [*Glycine max* (L.) Merr.]. Desde a introdução da soja no Brasil, o papuã [*Brachiaria plantaginea* (L.) Hitchc.] é considerado uma das principais plantas daninhas que interferem na cultura.

O sucesso da competição da soja com as plantas daninhas é atribuído às características do crescimento das cultivares, dentre as quais são citadas velocidade de emergência, estatura de planta, acúmulo de matéria seca, arquitetura do dossel e arranjo espacial da cultura (Shaw et al., 1997). No entanto, plantas daninhas possuem ocorrência espontânea, o que lhes garante maior adaptação ao meio. Além disso, nas áreas agrícolas, geralmente elas ocorrem em populações superiores às das espécies cultivadas, o que sugere que elas sejam mais competitivas (Bianchi et al., 2006).

Quando ocorre competição entre plantas, um ou mais recursos indispensáveis para o crescimento encontram-se em quantidades insuficientes para suprir as necessidades de todos os indivíduos presentes no meio (Radosevich et al., 1997). Dessa forma, ocorre competição, tanto intra quanto interespecífica, uma podendo ser mais representativa que a outra, dependendo do nicho que cada espécie ocupa no ecossistema (Passini, 2001).

As interações competitivas entre duas espécies podem ser estudadas por experimentos em série substitutiva. Nesse tipo de experimento, é possível compreender o processo competitivo entre as plantas, especialmente quando relacionado com o estudo do efeito da população e da proporção entre plantas em uma comunidade infestante (Christoffoleti & Victoria Filho, 1996). Nos experimentos em série substitutiva, a população total de plantas é mantida constante, mas a proporção entre as duas espécies varia (Harper, 1977). Em alguns casos, os experimentos substitutivos demonstram que a cultura é mais competitiva que a planta daninha, porque o efeito destas em culturas não deve-se à sua maior habilidade competitiva individual, mas ao seu nível de infestação e à população total (Vilà et al., 2004).

Quando as culturas são semeadas em mistura, com variação na proporção de plantas, elas apresentam vantagem na produtividade relativa, demonstrando que a competição intra-específica normalmente excede a competição interespecífica (Woldeamlak et al., 2001). Em estudos com trigo e cevada, a produtividade do trigo diminuiu à medida que sua proporção na mistura era menor e da cevada aumentou, concomitantemente com a proporção de plantas (Woldeamlak et al., 2001).

Por conter informações sobre os mecanismos envolvidos na competição, o conhecimento obtido com experimentos substitutivos torna possível desenvolver práticas mais eficientes de manejo de plantas daninhas.

Evitar a competição é uma estratégia que propicia maior crescimento de uma espécie sem que haja prejuízo da outra, ou que leva ambas as espécies a crescerem mais (Bianchi et al., 2006).

Plantas daninhas apresentam maior adaptação ao meio do que as espécies cultivadas; no entanto, quando ocorrem em proporções iguais, podem apresentar menor habilidade competitiva (Bianchi et al., 2006). Assim, o objetivo do trabalho foi investigar a habilidade competitiva de plantas de soja com a planta daninha papuã pelo método experimental de série substitutiva.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos em casa de vegetação na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Município de Capão do Leão/RS, no período de dezembro de 2005 a fevereiro de 2006.

O primeiro experimento, com monoculturas de soja e papuã, objetivou determinar a população de plantas a partir da qual a produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) por unidade de área (g m^{-2}) torna-se independente da população, de acordo com a "lei da produção final constante" (Radosevich et al., 1997), estabelecendo a população a ser utilizada no experimento seguinte. O experimento foi conduzido em delineamento completamente casualizado, com quatro repetições, sendo a posição das unidades experimentais alterada periodicamente para garantir condições experimentais homogêneas. Cada unidade experimental compreendeu um vaso com capacidade para 8 dm^3 , preenchido com amostras de solo coletado no Centro Agropecuário da Palma (CAP/UFPEL), classificado como Argissolo Vermelho Amarelo, de textura franco-arenosa, pertencente à unidade de mapeamento Pelotas (EMBRAPA, 1999). Para a soja, foram utilizadas sementes da cultivar BRS 244 RR e as sementes de papuã foram oriundas do banco existente no solo. Cinco dias após a emergência foi realizado desbaste do excesso de plantas de soja e papuã, para o estabelecimento da população definitiva. As populações de soja foram 2, 4, 6, 8, 10 e 12 plantas vaso⁻¹ (equivalentes a 50, 100, 150, 200, 250 e 300 plantas m^{-2}) e para papuã populações de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 plantas vaso⁻¹ (equivalentes a 125, 250, 375, 500, 625 e 750 plantas m^{-2}). Aos 30 dias após a emergência (DAE), a parte aérea das plantas foi coletada (parte da planta acima do nível do solo) e avaliou-se a variável MSPA, secando-se o material em estufa a $60 \text{ }^\circ\text{C}$ até se obter massa constante.

A análise dos dados permitiu determinar que a produção de matéria seca da parte aérea tornou-se constante em população de 200 plantas m^{-2} para ambas as espécies estudadas (dados não apresentados).

O segundo experimento foi conduzido em série substitutiva, utilizando-se população de plantas determinada no experimento preliminar, sendo oito plantas vaso⁻¹, equivalente a 200 plantas m^{-2} . Os tratamentos foram dispostos em

delineamento completamente casualizado, com quatro repetições, sendo a localização de cada unidade experimental alterada periodicamente. Em cada série, as proporções entre plantas de soja e papuã foram de 100:0 (estande puro de soja), 75:25, 50:50, 25:75, e 0:100% (estande puro de papuã). Semeou-se a soja em vasos com capacidade para 8 dm³, preenchidos de solo contendo sementes de papuã provenientes do banco natural (conforme descrito no primeiro experimento), realizando-se desbaste do excesso de plantas, de ambas as espécies, aos 10 DAE para se estabelecer a população definitiva.

As variáveis, avaliadas aos 50 DAE, foram MSPA e área foliar (AF) das plantas de soja e papuã. Quantificou-se a MSPA pesando-se o material seco em estufa à 60 °C por 72 h e se determinou a AF com auxílio de medidor de área foliar, modelo Area Meter 3100.

Para analisar a MSPA e a AF de ambas as espécies, utilizou-se o método da análise gráfica da produtividade relativa (Radosevich et al., 1997). Esse procedimento, também chamado de método convencional para experimentos substitutivos, consiste na construção de um diagrama com base na produtividade relativa (PR) e produtividade relativa total (PRT) nas proporções 0, 25, 50, 75, e 100% da cultura e da planta daninha. As produções relativas para cada espécie foram calculadas pela produção de cada população e proporção, dividida pela produção média da monocultura da espécie. A produtividade relativa das variáveis foi calculada da seguinte forma: PR = média da mistura / média da monocultura, incluindo-se no cálculo a média por planta de cada espécie em cada unidade experimental.

A PRT é representada pela soma das produtividades relativas da cultura e da planta daninha nas respectivas proporções de plantas. PR resultando em uma linha reta, considera-se não haver efeito de uma espécie sobre a outra ou que a habilidade de uma espécie em interferir sobre a outra é equivalente; PR resultando em uma linha côncava, define-se ocorrer prejuízo no crescimento de uma ou de ambas as espécies; e PR representada por linha convexa, existe benefício no crescimento de uma ou de ambas as espécies. A PRT sendo igual a um (linha reta), significa que ocorreu competição pelo (s) mesmo(s) recurso(s); sendo superior a um (linha convexa), não ocorre competição, devido ao suprimento de recursos superar a demanda ou porque as espécies possuíam diferentes demandas pelo(s) recurso(s) do meio; quando inferior a um (linha côncava), significa que ocorre antagonismo, havendo prejuízo mútuo ao crescimento de ambas as espécies (Cousens, 1991).

Para analisar estatisticamente a produtividade relativa, primeiro se calcularam as diferenças para os valores de PR (DPR), obtidos nas proporções de 25, 50 e 75% de plantas em relação aos valores pertencentes às retas hipotéticas obtidas nas respectivas proporções

(Passini, 2001). O teste "t", ao nível de 5% de probabilidade, foi utilizado para testar as diferenças nos índices estudados em relação à reta hipotética (Passini, 2001; Hoffman & Buhler, 2002).

Os índices de competitividade relativa (CR), coeficientes de agrupamento relativo (K) e de competitividade (C) foram calculados na proporção de 50% de plantas da cultura e da planta daninha. A CR representa o crescimento comparativo da soja em relação ao papuã; K indica a dominância relativa de uma espécie sobre a outra; e, A aponta qual espécie manifesta-se mais competitiva (Cousens, 1991). A PR e PRT e os índices CR, K e C foram consideradas diferentes, quando em duas proporções (ou mais) ocorreram significâncias pelo teste "t".

Os resultados obtidos para MSPA e AF das plantas de soja e papuã, expressos em valores médios por planta, foram submetidos à análise de variância. Quando o teste F indicou significância ($p \leq 0,05$), as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$) (Riboldi, 1995), considerando-se as monoculturas como testemunhas nessas comparações.

As hipóteses de nulidade utilizadas para testar as diferenças de PR e C foram iguais a zero ($H_0=0$); para PRT e CR, iguais a um ($H_0=1$); e, para o índice K, que as diferenças entre K_{soja} e $K_{papuã}$ fossem iguais a zero [$H_0=(K_{soja}-K_{papuã})=0$].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise gráfica dos resultados obtidos para PR nas variáveis MSPA e AF demonstrou que houve competição entre as duas espécies, sendo ambas representadas por linha côncava (Figura 1). Neste caso houve prejuízo para a cultura e a planta daninha, ocorrendo competição entre as duas espécies pelo(s) mesmo(s) recurso(s) do meio. A PRT também foi representada por uma linha côncava e inferior a um, demonstrando ocorrência de antagonismo (Radosevich, 1987) e existência de prejuízo mútuo para as espécies associadas (Figura 1 e Tabela 1). Isto significa que ocorreu interação entre as espécies e a demanda e utilização de recursos do ambiente foi semelhante tanto para a soja, quanto para o papuã.

O crescimento relativo da soja, indicado pelo índice CR, o qual representa o crescimento comparativo da soja em relação ao papuã, não foi significativo nas variáveis avaliadas (Tabela 2). Isso decorre de ambas as espécies contribuírem menos que o esperado para a produtividade total, ou seja, quando em competição há prejuízo mútuo para as espécies. Da mesma forma, os coeficientes de agrupamento relativo (K), que indicam a dominância relativa de uma espécie sobre a outra; e o coeficiente de competitividade (C), que aponta qual espécie é mais competitiva, não foram significativos demonstrando não haver predominância de competição de uma espécie sobre a outra (Tabela 2).

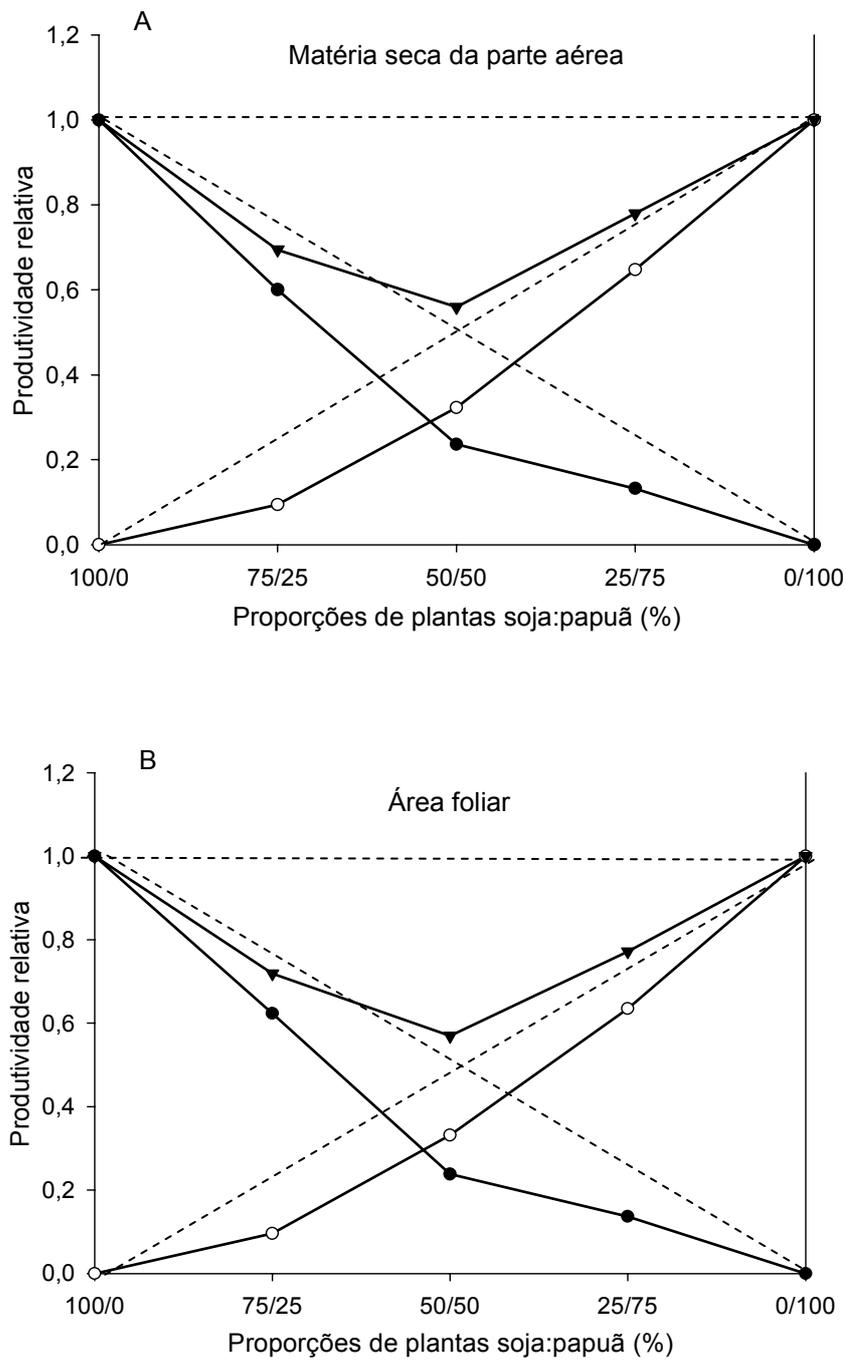


FIGURA 1 – Produtividade relativa (PR) e total (PRT) para matéria seca da parte aérea (MSPA) (A) e área foliar (AF) (B) da soja e do papuã (*Brachiaria plantaginea*), em função da proporção de plantas. FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2005/06. Círculos cheio (●) e vazio (○) representam a PR da MSPA e AF da soja e do papuã, respectivamente, e (▼) indica a PRT. As linhas tracejadas referem-se às produtividades relativas hipotéticas, quando não ocorre interferência de uma espécie sobre a outra.

TABELA 1 – Diferenças relativas de produtividade (DPR) para as variáveis matéria seca da parte aérea e área foliar e produtividade relativa total (PRT), nas proporções 75:25, 50:50 e 25:75 de plantas de soja associadas com papuã (*Brachiaria plantaginea*), FAEM/UFPeL, Capão do Leão/RS, 2005/06.

	Proporções de plantas (soja: papuã)		
	75:25	50:50	25:75
Matéria seca			
DPR soja	-0,15 (±0,04)*	-0,26 (±0,06)*	-0,12 (±0,01)*
DPR papuã	-0,16 (±0,10)*	-0,18 (±0,07) ^{ns}	-0,10 (±0,01)*
PRT	0,69 (±0,03)*	0,56 (±0,05)*	0,78 (±0,04)*
Área foliar			
DPR soja	-0,13 (±0,10) ^{ns}	-0,26 (±0,05) *	-0,11 (±0,02)*
DPR papuã	-0,15 (±0,02)*	-0,17 (±0,08) ^{ns}	-0,12 (±0,02)*
PRT	0,72 (±0,08)*	0,57 (±0,07)*	0,77 (±0,04)*

^{ns} Não significativo e * significativo pelo teste "t" (p≤0,05). Valores entre parênteses representam o erro padrão da média.

TABELA 2 – Índices de competitividade entre soja e papuã (*Brachiaria plantaginea*), expressos por competitividade relativa (CR) e coeficientes de agrupamento relativo (K) e de competitividade (C), FAEM/UFPeL, Capão do Leão/RS, 2005/06.

	CR	K _{soja}	K _{papuã}	C
Matéria seca	0,79 (±0,38) ^{ns}	0,32 (±0,11) ^{ns}	0,49 (±0,16) ^{ns}	-0,09 (±0,13) ^{ns}
Área foliar	0,76 (±0,30) ^{ns}	0,31 (±0,09) ^{ns}	0,51 (±0,19) ^{ns}	-0,09 (±0,12) ^{ns}

^{ns} Não significativo pelo teste "t" (p≤0,05). Valores entre parênteses representam o erro padrão da média.

Estudo demonstrou que, geralmente, a cultura é mais competitiva do que a planta daninha, porque o efeito das infestantes não se deve somente à sua maior habilidade competitiva individual, mas, principalmente, à população total de plantas (Vilà et al., 2004). Por outro lado, para a cultura da soja, proporções da cultura e do nabo (*Raphanus sativus*) alteraram as relações de competição entre as espécies, sendo que o nabo exerceu maior competição do que a soja (Bianchi et al., 2006). No trabalho não se verificou predominância de competição de uma espécie, o que pode decorrer da população de plantas por unidade experimental, equivalente a 200 plantas m², estar aquém dos valores indicados para o cultivo de soja (REUNIÃO..., 2007) ou devido às características das espécies em competição.

A análise da resposta da cultivar de soja à interferência do papuã nas diferentes proporções de plantas indica que a produção de MSPA e AF da soja foram superiores quando houve predomínio das plantas de papuã (proporção 25:75) (Tabela 3). Isso pode ser um indicativo que a competição intraespecífica é mais importante que a competição interespecífica, ou seja, a soja compete mais pelos recursos do meio com plantas da mesma espécie do que com plantas de espécie diferente. Quanto mais semelhantes as espécies forem, mais intensa será a competição por recursos do meio, portanto a competição intraespecífica tende a ser maior (Radosevich et al., 1997). Cabe ressaltar que a

população de plantas por unidade experimental foi aquém dos valores indicados para o cultivo de soja, conforme discutido anteriormente, porém foi o valor estabelecido no experimento preliminar.

A elevada plasticidade apresentada pela cultura da soja, provavelmente contribuiu para que houvesse incremento de MSPA e AF quando a cultura se encontrava em menor proporção. Resultado semelhante foi observado por Christoffoleti & Victoria Filho (1996) em que o milho (*Zea mays* L.) se mostrou muito mais competitivo que o caruru (*Amaranthus retroflexus* L.), em condições de casa-de-vegetação.

A resposta do papuã para a convivência com a cultura da soja demonstrou que, em todas as proporções testadas, a produção de MSPA e AF foi superior comparada ao estande puro da planta daninha (Tabela 3). A exemplo da soja, a competição intraespecífica é mais importante do que a competição interespecífica. Plantas detentoras de características como estatura elevada e elevado índice de área foliar, identificam culturas com elevado potencial competitivo com plantas daninhas (Fleck et al., 2007). Em soja, destacam-se características de planta como estatura e comprimento de ramos, por conferir à cultura maior competição com plantas daninhas (Bianchi et al., 2006). O conhecimento destas características, juntamente com o estudo das relações de interferência mútua entre soja e papuã, possibilitam melhorar o manejo e reduzir o uso de herbicidas.

TABELA 3 – Resposta da cultivar de soja BRS 244 RR à competição de papuã (*Brachiaria plantaginea*), aos 50 dias após a emergência, FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2005/06.

	Proporções de plantas (soja:papuã)					C.V. (%)
	100:0 (T) ¹	75:25	50:50	25:75	0:100 ¹	
Matéria seca (g)						
Soja	3,66	3,85 ^{ns}	3,86 ^{ns}	7,64*	-	11,1
Papuã	-	3,70*	4,14*	4,82*	3,20	15,6
Área foliar (cm²)						
Soja	375,8	391,1 ^{ns}	393,7 ^{ns}	796,3*	-	17,3
Papuã	-	212,1*	249,0*	287,4*	187,8	14,7

¹ Equivalente a 200 plantas m⁻²; ^{ns} não significativo e * significativo em relação à testemunha (T) pelo teste de Dunnett (p≤0,05).

CONCLUSÕES

1) Ocorreu antagonismo entre soja e papuã, não havendo dominância competitiva de uma espécie sobre a outra.

2) Para ambas espécies avaliadas, a competição intraespecífica foi mais importante do que a competição interespecífica.

REFERÊNCIAS

1. 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, p. 1380-1387, 2006.
2. CRISTOFFOLETI, P. J.; VICTORIA FILHO, R. Efeitos da densidade e proporção de plantas de milho (*Zea mays* L.) e caruru (*Amaranthus retroflexus* L.) em competição. *Planta Daninha*, v. 14, n. 1, p. 42-47, 1996.
3. COUSENS, R. Aspects of the design and interpretation of competition (interference) experiments. *Weed Technology*, v. 5, n. 3, p. 664-673, 1991.
4. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: 1999. 412 p.
5. FLECK, N. G. et al. Resposta de cultivares de soja à competição com cultivar simuladora da infestação de plantas concorrentes. *Scientia Agraria*, v. 8, n. 3, p. 213-218, 2007.
6. HARPER, J. L. Mixtures of species. I. Space and proportions. In: HARPER, J. L. **The population biology of plants**. London: Academic Press. 1977. p. 237-304.
7. 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.
8. REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL, 35, 2007, Santa Maria. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2007/2008**. Santa Maria: Orium, 2007, 168 p.
9. PASSINI, T. **Competitividade e predição de perdas de rendimento da cultura de feijão quando em convivência com *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc.** 2001. 130 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.
10. RADOSEVICH, S. R. Methods to study interactions among crops and weeds. *Weed Technology*, v. 1, n. 3, p. 190-198, 1987.
11. RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology: implications for vegetation management**. 2. ed. New York: Wiley, 1997. 589 p.
12. RIBOLDI, J. **Cadernos de matemática e estatística: análise de variância**. Série B, N.27. Porto Alegre: Edição dos autores, 1995. 105 p.
13. SHAW, D. R.; RANKINS Jr., A.; RUSCOE, J. T. Sicklepod (*Senna obtusifolia*) interference with soybean (*Glycine max*) cultivars following herbicide treatments. *Weed Technology*, v. 11, n. 3, p. 510-514, 1997.
14. VILÀ, 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.
15. WOLDEAMLAK, A.; BASTIAANS, L.; STRUIK, P. C. Competition and niche differentiation in barley (*Hordeum vulgare*) and wheat (*Triticum aestivum*) mixtures under rainfed conditions in the Central Highlands of Eritrea. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, v. 49, n. 5, p. 95-112, 2001.

Recebido em 09/05/2008

Aceito em 10/03/2009