

RESPOSTA DE CULTIVARES DE SOJA À COMPETIÇÃO COM CULTIVAR SIMULADORA DA INFESTAÇÃO DE PLANTAS CONCORRENTES

SOYBEAN CULTIVAR RESPONSE TO COMPETITION WITH A WEED MIMICKING GENOTYPE

Nilson Gilberto FLECK¹
Fabiane Pinto LAMEGO²
Carlos Eduardo SCHAEGLER³
Fausto Borges FERREIRA²

RESUMO

As perdas de produtividade de uma cultura devido à competição variam de acordo com a(s) espécie(s) de planta(s) daninha(s) envolvida(s) e tendem a ser mais elevadas quanto mais semelhantes forem as espécies em competição, pois essas tenderão a usufruir dos recursos do meio a partir do mesmo nicho ecológico. O objetivo deste trabalho foi definir a resposta das cultivares de soja "IAS 5" e "Fepagro RS-10", quando submetidas ao incremento de densidade da cultivar "Cobb", simulando espécie daninha dicotiledônea. Para isso, foi conduzido um experimento em campo em Eldorado do Sul - RS. Os fatores e tratamentos utilizados foram: cultivares de soja (IAS 5 e Fepagro RS-10) e densidades da simuladora (Cobb), mais uma testemunha sem sua presença. As densidades de Cobb variaram de 5 a 36 plantas m⁻². Os dados de perdas percentuais de produtividade das cultivares foram ajustados ao modelo de regressão não linear da hipérbole retangular. O modelo da hipérbole estimou em 6,8 e 5,9%, respectivamente, as perdas de produtividade sofridas por IAS 5 e Fepagro RS-10 quando a densidade da simuladora de plantas concorrentes se aproxima de zero. Constatou-se que a competição entre plantas de mesma espécie é elevada, uma vez que a presença de poucos indivíduos causa redução importante na produtividade de grãos. Cultivar de soja portadora de baixa estatura é afetada em maior grau pelo estresse competitivo imposto por plantas competidoras de estatura elevada.

Palavras-chave: interferência; densidade de plantas; *Glycine max*; regressão da hipérbole

ABSTRACT

Crop yield losses due to competition vary according to weed specie(s) involved and tend to be greater as more alike are the competing species, since these would utilize environmental resources from the same ecological niche. The aim of this work was to estimate the response of soybean cultivars "IAS 5" and "Fepagro RS-10", when submitted to increasing densities of "Cobb", cultivar mimicking a broadleaf weed species. To accomplish this, it was carried out one field experiment at Eldorado do Sul – RS. The factors and treatments used were: soybean cultivars (IAS 5 and Fepagro RS-10) and densities of the weed mimicker (Cobb), more checks without its presence. Cobb densities varied from 5 to 36 plants m⁻². Data for percent yield losses of the cultivars were adjusted to the non linear retangular hyperbolic regression. The hyperbolic model forecasted at 6,8 and 5,9%, respectively, yield losses suffered by IAS 5 and Fepagro RS-10 cultivars when the weed mimicker genotype approached zero. It was established that the mutual competition between plants belonging to the same species is high, since the presence of a few individuals may greatly reduce soybean grain yield. Soybean cultivar holding low height is affected mostly by competitive stress imposed by concurrent plants presenting high stature.

Key-words: interference; plant density; *Glycine max*; hyperbolic regression.

¹Engenheiro Agrônomo, Ph.D., Professor do Departamento de Plantas de Lavoura da Faculdade de Agronomia da UFRGS. Caixa Postal 15100, CEP 91501-970, Porto Alegre - RS. Bolsista do CNPq.

²Engenheiro(a) Agrônomo(a), MSc., doutorando(a) do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia da UFRGS. E-mail: fabilamego@yahoo.com.br.

³Bolsista de Iniciação Científica do CNPq.

INTRODUÇÃO

As perdas de produtividade de grãos em uma cultura variam de acordo com a(s) espécie(s) daninha(s) infestante(s). A competição entre cultura e plantas concorrentes ocorre quando há suficiente sobreposição de seus nichos, de forma que passem a utilizar os mesmos recursos do meio (McNAUGHTON e WOLF, 1973). Quanto maior for a sobreposição de nichos, ou seja, a semelhança entre as espécies concorrentes, mais intensa será a competição pelos recursos, pois tenderão a usufruir destes a partir do mesmo nicho ecológico (SHURTLEFF e COBLE, 1985; RADOSEVICH et al., 1997;).

A soja é uma cultura de grande importância econômica para o agronegócio brasileiro. No entanto, a produtividade média obtida é relativamente baixa, sendo a interferência exercida por plantas concorrentes um dos fatores responsáveis por perdas significativas no rendimento de grãos desta cultura (RIZZARDI et al., 2003). Mesmo em lavouras de soja que cultivam genótipos transgênicos, observa-se que a falta de controle eficaz das plantas concorrentes na época adequada pode causar impacto negativo na produtividade de grãos.

Dentre os fatores que afetam as relações de competição entre soja e plantas infestantes, destaca-se a população de plantas concorrentes presente. Assim, foi demonstrado que densidades de uma e duas plantas m² de *Datura stramonium* L. não afetaram a soja; no entanto, a presença de quatro plantas m² da infestante foi suficiente para reduzir a produtividade de grãos da cultura em 22% (HAGOOD JR. et al., 1981). Na densidade de 125 plantas m², *Euphorbia dentata* Michx. causou redução de 40% no número de legumes por planta e 55% na produtividade de grãos de soja (JUAN et al., 2003).

Características de planta afetam as relações de competição entre diversas culturas, incluindo a soja, e as plantas daninhas. Plantas portadoras de características como estatura elevada, alto índice de área foliar, dentre outras, identificam culturas detentoras de elevado potencial competitivo com plantas daninhas (FLECK, 1980; GARRITY et al., 1992; SHILLING, 1995; LEMERLE et al., 1996). Em soja, destacam-se características de planta como estatura e número e comprimento de ramos, por conferir à cultura maior competitividade com plantas concorrentes (BIANCHI, 2005).

Modelos matemáticos têm sido utilizados para estimativa das perdas de produtividade das culturas devido à presença de plantas concorrentes (RIZZARDI et al., 2003; FLECK et al., 2004). A relação hiperbólica entre produtividade de grãos e população de plantas daninhas foi descrita, inicialmente, por Cousens (COUSENS, 1985). Este autor ajustou um modelo empírico (modelo da hipérbole retangular) para prever a perda de produtividade como função da população de plantas concorrentes, obtendo resultados que demonstraram a superioridade

deste modelo sobre outros. O modelo da hipérbole retangular baseia-se na relação não linear entre a porcentagem de perda de produtividade por interferência, em relação à testemunha livre de infestação, e a população de plantas daninhas (COUSENS, 1985). Ele incorpora os parâmetros "i" que representa a perda de produção causada pela adição da primeira planta daninha e "a" que representa a perda de produção quando a densidade de plantas daninhas tende ao infinito. O significado biológico do modelo mostra que o efeito de competição de cada planta daninha adicionada à cultura diminui quando a população de plantas daninhas aumenta, em decorrência da competição intra-específica.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta de duas cultivares de soja, portadoras de características de planta dissimilares, ao estresse de competição gerado pelo incremento na densidade da cultivar de soja simuladora da infestação de planta daninha, através do uso do modelo matemático da hipérbole retangular.

METODOLOGIA

Foi conduzido experimento no ano agrícola 2002/03, na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), em Eldorado do Sul - RS. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico, pertencendo à unidade de mapeamento São Jerônimo.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em parcelas subdivididas. Duas cultivares de soja foram locadas nas parcelas e densidades do genótipo de soja simulador de planta concorrente o foram nas subparcelas. Os fatores e tratamentos avaliados foram: cultivares de soja (IAS 5 e Fepagro RS-10) e densidades da cultivar de soja simuladora de planta concorrente (Cobb), as quais variaram de 5 a 36 plantas m⁻², mais uma testemunha sem sua presença. Cada unidade experimental mediu 8 m² (2 x 4 m), constando de cinco fileiras de soja espaçadas de 0,4 m.

O experimento foi conduzido em sistema de semeadura direta, em área onde houve cultivo anterior da associação de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) e ervilhaca (*Vicia sativa* L.). Foram realizadas duas dessecações para o manejo da cobertura vegetal com o herbicida glyphosate, usado nas doses de 1080 g e 900 g ha⁻¹ de equivalente ácido, respectivamente: a primeira ocorreu 21 dias antes da semeadura da soja e a segunda aplicação foi realizada 1 dia antes desta. A adubação do solo, baseada em análise de solo realizada previamente, foi efetuada 13 dias antes da semeadura, sendo realizada aplicação do adubo a lanço, distribuindo-se, em superfície, 300 kg ha⁻¹ da fórmula 5-30-15, o que correspondeu à adição de 15, 90 e 45 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente.

Antecedendo à semeadura, as sementes de soja foram inoculadas com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* (SEMIA 5019). A

semeadura da soja foi realizada no dia 6 de novembro de 2002, objetivando-se alcançar densidade de 40 plantas m⁻². A simuladora de planta concorrente (Cobb) foi semeada no sentido transversal ao das duas cultivares, também no espaçamento de 0,4 m, de modo a se obter densidade inicial de 40 plantas m⁻². A emergência da soja foi acompanhada aos 7 e 14 dias após a semeadura (DAS), registrando-se o número de plântulas emergidas em uma área de 0,8 m². Também, aos 14 DAS, foi avaliada a densidade da simuladora de planta concorrente, realizando-se, simultaneamente, desbastes para ajuste das densidades pré-estabelecidas.

Por ocasião da colheita das cultivares de soja, determinou-se a produtividade de grãos em área de 2,88 m² (2,4 x 1,2 m), colhendo-se as plantas encontradas nas três fileiras centrais das subparcelas. Após pesagem dos grãos, foi determinada sua umidade e os pesos foram corrigidos para 13% de umidade, sendo a produtividade expressa em kg ha⁻¹. Também, por ocasião da colheita, foram avaliadas as densidades de plantas da simuladora encontradas dentro das áreas úteis das subparcelas, visando definir suas densidades finais.

Os dados foram submetidos à análise de variância, através do teste F, adotando-se como limites de aceitação o nível de 5% de probabilidade para significância estatística. Para cada cultivar, foram calculadas perdas (P) percentuais de produtividade de grãos, relativamente às parcelas testemunhas (ausência da simuladora concorrente), de acordo com a equação: $P(\%) = ((R_a - R_p)/R_a) \times 100$, onde: R_a e R_p = rendimento da cultivar na ausência e na presença da simuladora concorrente, respectivamente.

Por sua vez, as relações entre as perdas percentuais de produtividade de grãos para as duas cultivares de soja, em função das densidades da simuladora de planta concorrente estabelecidas para cada cultivar, foram estimadas utilizando-se o modelo de regressão não linear derivado da hipérbole retangular. Assim, conforme foi proposto por Cousens (COUSENS, 1985), tem-se: $P = (i \cdot X) / [1 + (i/a) \cdot X]$, onde: P = perda (%) de produtividade; X = população de plantas da cultivar concorrente encontrada na colheita; i = perda (%) de produtividade quando a população da simuladora se aproxima de zero; e, a = perda (%) de produtividade quando a população da simuladora de planta concorrente tende ao infinito. O ajuste do modelo aos dados foi realizado usando-se o procedimento Proc Nlin do programa computacional SAS (SAS, 1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao serem verificadas as densidades finais da cultivar simuladora de planta concorrente na colheita, em vez daquelas pré-estabelecidas obtiveram-se densidades que variaram entre 5 e 24 plantas m⁻², quando a simuladora cresceu na presença da cultivar IAS 5 e, entre 7 e 36 plantas m⁻² quando associada com RS-10. Portanto, os dados foram ajustados ao modelo matemático em função das densidades finais estabelecidas da simuladora de planta concorrente. As produtividades médias de IAS 5 e RS-10, na ausência da simuladora de planta concorrente (Cobb), foram 4530 e 4595 kg ha⁻¹, respectivamente.

O modelo da hipérbole retangular, testado para estimar as perdas de produtividade decorrentes da competição da cultivar simuladora de plantas daninhas, mostrou ajuste satisfatório dos dados (Figura 1). Para IAS 5, o parâmetro i (perda de produção causada pela adição da primeira planta concorrente de Cobb) foi estimado pelo modelo em 6,8%, o que representa um valor relativamente elevado. Contudo, há de se considerar que a população mínima da simuladora de planta concorrente foi de 5 plantas m⁻². Por outro lado, a perda máxima de produtividade (a) sofrida pela cultivar foi estimada alcançar 83%. Em relação à RS-10, os parâmetros i e a foram estimados, respectivamente, em 5,9 e 80%. Neste sentido, o modelo da hipérbole estima maior impacto da população da simuladora Cobb sobre a cultivar precoce e de baixa estatura IAS 5, do que sobre RS-10, tardia e de estatura elevada. Avaliando a perda de produtividade da soja em função da competição com a espécie daninha *Bidens* spp., o valor de i foi estimado em 1,6% e a perda máxima da cultura em 58% (RIZZARDI et al., 2003). No presente trabalho, os valores estimados para perda de produtividade das cultivares, causada pela adição da primeira planta concorrente de Cobb, confirmam quão intensa é a competição quando indivíduos assemelhados competem sob um mesmo nicho ecológico.

Sob altas densidades de plantas concorrentes, o impacto da presença de cada indivíduo na produtividade da cultura é relativamente menor do que quando há baixa densidade. Sendo assim, sob baixa densidade, o efeito da competição sobre a perda da produtividade da cultura é aditivo até um limite onde passa a ocorrer, além da competição interespecífica, também o componente intra-específico, a partir do qual a redução na produtividade da cultura tende a estabilizar-se (STOLLER et al., 1987). Portanto, a resposta da produtividade de grãos das culturas em função da variação da população de plantas daninhas, em geral, mostra comportamento não linear apresentando-se como funções sigmóides ou hiperbólicas (SMITH JR., 1988; VANDEVENDER et al., 1997).

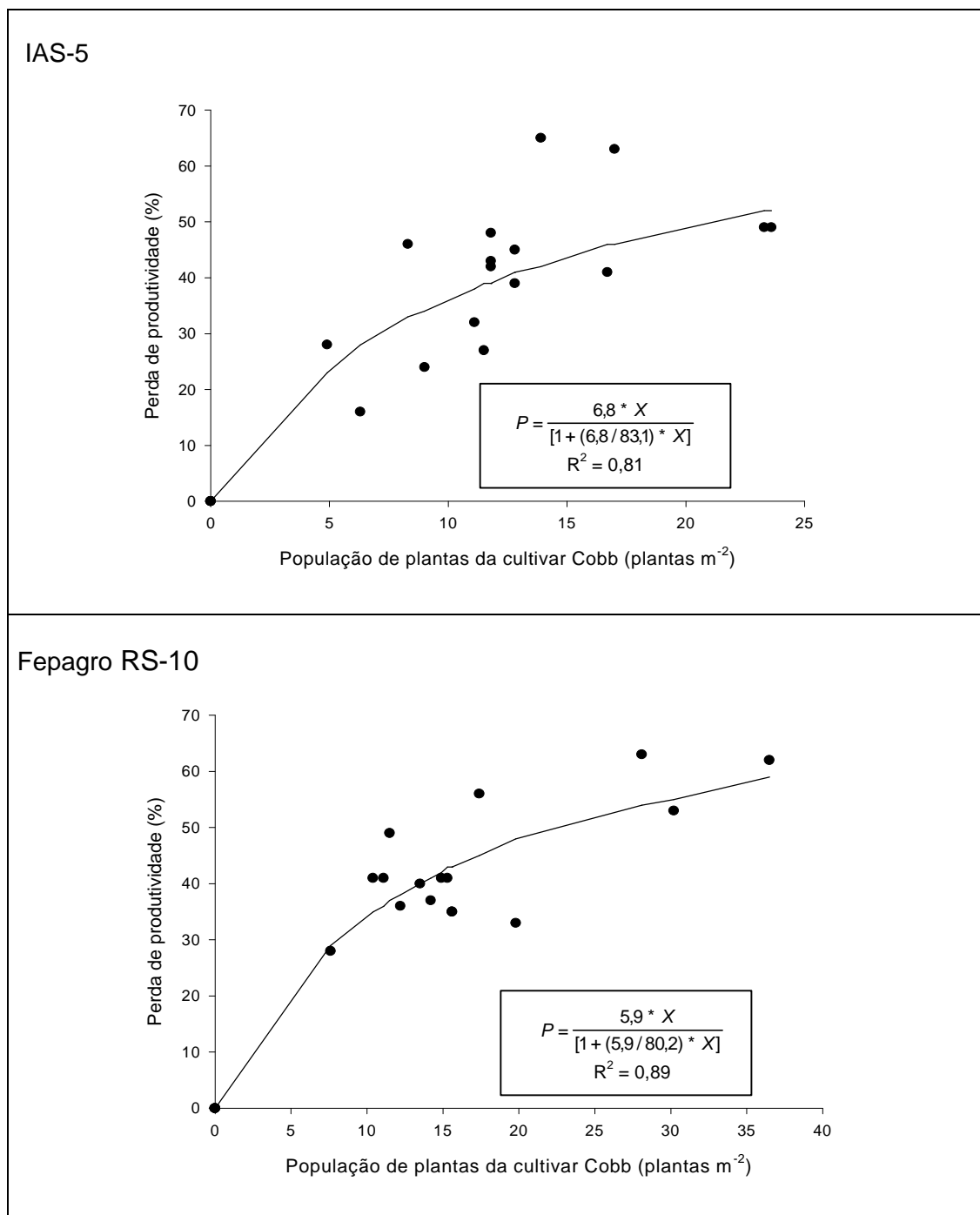


FIGURA 1 – Relação entre perda de produtividade de grãos para as cultivares de soja IAS 5 e Fepagro RS-10 e densidade de plantas da cultivar Cobb, simuladora de planta concorrente, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul – RS, 2002/03.

O critério para escolha das cultivares de soja baseou-se, especialmente, na estatura de planta e ciclo de desenvolvimento, de modo que divergissem nesses caracteres: IAS 5 e RS-10 são portadoras de ciclos precoce e tardio e estaturas baixa (76 cm) e alta (96 cm), respectivamente; por sua vez, a simuladora Cobb apresenta ciclo tardio e alta estatura (90 cm) (REUNIAO..., 2002). Estudos têm demonstrado haver variabilidade entre cultivares de soja quanto a características morfofisiológicas relacionadas à habilidade competitiva com plantas concorrentes (LAMEGO et al., 2004; BIANCHI, 2005). Em soja, características como estatura de planta, dentre outras, têm contribuído para maior competitividade contra plantas concorrentes (BIANCHI, 2005). Constatou-se (LAMEGO et al., 2004) que plantas de soja de elevada estatura e ciclo tardio, como verificaram-se nas cultivares CD 205 e RS-10, apresentaram habilidade competitiva superior a daquelas de porte baixo e ciclo precoce, como IAS 5. Ainda, plantas da cultivar Cobb, utilizada como simuladora da infestação de plantas concorrentes, afetaram em alto grau a produtividade de grãos das cultivares de soja avaliadas quando comparada à cultivar BRS 205, também simuladora de plantas concorrentes, porém de baixa estatura (LAMEGO et al., 2004).

O modelo hiperbólico utilizado neste estudo para estabelecer a relação entre produtividade de grãos das cultivares e densidade da cultivar concorrente (Figura 1), baseia-se na lei da produtividade final constante, em que o rendimento por planta é uma função não linear da densidade de plantas por área (STOLLER et al., 1987). O modelo da hipérbole retangular comprovou existir forte competição mútua entre as cultivares e a cultivar simuladora de planta concorrente, uma vez que populações tão baixas como 5 e 7 plantas m⁻² da simuladora, respectivamente para IAS 5 e RS-10, mostraram potencial de reduzir significativamente a produtividade da cultura. No entanto, cabe ressaltar que a elevada intensidade de competição poderia ser aguardada, considerando-se que as plantas estiveram usufruindo dos recursos disponíveis no nicho ecológico comum que dividiram durante seus ciclos de desenvolvimento.

Embora houvesse alguma variação na faixa populacional da simuladora Cobb nas duas cultivares reagentes, e sendo elas portadoras de diferentes características de planta, especialmente estatura e ciclo, os resultados mostraram redução relativamente maior na produtividade de grãos de IAS 5 do que para a cultivar RS-10, o que foi demonstrado pelo modelo hiperbólico. Contudo, devido à redução ainda elevada na produtividade de grãos sofrida pela cultivar RS-10, de porte alto, pode-se inferir que a luz possivelmente não representou o principal recurso envolvido na competição entre as cultivares de soja. Neste aspecto, a disputa por recursos do solo pode ter preponderado, contribuindo em acentuar a perda de produtividade das cultivares avaliadas. Adicionalmente, as relações de disputa de recursos pelas plantas costumam ser dinâmicas no tempo, de tal modo que, durante a fase vegetativa, as cultivares de soja possam ter dominado a competição por recursos do solo, enquanto durante a fase reprodutiva, Cobb pode ter assumido maior vantagem na captação do recurso luz.

CONCLUSÕES

A competição entre cultivares de soja e plantas concorrentes quando competem sob o mesmo nicho ecológico é elevada.

Cultivar de soja portadora de baixa estatura de planta (IAS 5), quando em competição com plantas concorrentes de elevada estatura, como a simuladora Cobb, sofre maior redução na produtividade de grãos do que cultivar que possui elevada estatura (Fepagro RS-10).

O modelo da hipérbole retangular ajusta satisfatoriamente a estimativa da perda da produtividade de grãos em cultivares de soja por efeito da competição causada por densidade crescente de plantas concorrentes, indicando ser a competição proporcionalmente mais intensa por indivíduo concorrente sob baixa densidade de plantas.

AGRADECIMENTO

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) (Processo n. 02/1545.0), pelo apoio financeiro na execução do trabalho.

REFERÊNCIAS

1. BIANCHI, M.A. **Habilidade competitiva de genótipos de soja com plantas daninhas**: contribuição de características morfofisiológicas e do arranjo de plantas. Porto Alegre, 2005. 208 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
2. COUSENS, R. An empirical model relating crop yield to weed and crop density and a statistical comparison with other models. **Journal of Agricultural Science**, v. 105, n. 3, p. 513-521, 1985.
3. FLECK, N.G. Competição de azevém (*Lolium multiflorum* L.) com duas cultivares de trigo. **Planta Daninha**, v. 3, n. 2, p. 61-67, 1980.
4. FLECK, N.G.; AGOSTINETTO, D.; RIZZARDI, M.A.; BIANCHI, M.A.; MENEZES, V.G. Interferência de plantas concorrentes em arroz irrigado modificada por métodos culturais. **Planta Daninha**, v. 22, n. 1, p. 19-28, 2004.
5. GARRITY, D.P.; MOVILLON, M.; MOODY, K. Differential weed suppression ability in upland rice cultivars. **Agronomy Journal**, v. 84, n. 4, p. 586-591, 1992.
6. HAGOOD JR., E.S.; BAUMAN, T.T.; WILLIAMS, J.L.; SCHREIBER, M.M. Growth analysis of soybeans (*Glycine max*) in competition with jimsonweed (*Datura stramonium*). **Weed Science**, v. 29, n. 4, p. 500-504, 1981.
7. JUAN, V.F.; SAINT-ANDRE, H.; FERNANDEZ, R.R. Competencia de lecheron (*Euphorbia dentata*) en soja. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 175-180, 2003.

8. LAMEGO, F.P.; FLECK, N.G.; BIANCHI, M.A.; SCHAEGLER, C.E. Tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por genótipos de soja – II. Resposta de variáveis de produtividade. **Planta Daninha**, v. 22, n. 4, p. 499-506, 2004.
9. LEMERLE, D.; VERBEEK, B.; COUSENS, R.D.; COOMBES, N.E. The potential for selecting wheat varieties strongly competitive against weeds. **Weed Research**, v. 36, n. 6, p. 505-513, 1996.
10. McNAUGHTON, S.J.; WOLF, L.L. **General ecology**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1973. 710 p.
11. RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology**: implications for vegetation management. 2.ed. New York: Wiley, 1997. 589 p. Cap. 5: Associations of weeds and crops; Cap. 6: Physiological aspects of competition.
12. REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 30., 2002, Cruz Alta. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2002/2003**. Cruz Alta: Fundacep, 2002. 140 p.
13. 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.
14. SAS – Institute Statistical Analysis System. **User's guide**: version 6.4 ed. Cary: SAS Institute, 1989. 846 p.
15. SHILLING, D.G.; BRECKE, B.J.; HIEBSCH, C.; MACDONALD, G. Effect of soybean (*Glycine max*) cultivar, tillage and rye (*Secale cereale*) mulch on sicklepod (*Cassia obtusifolia*). **Weed Technology**, v. 9, n. 2, p. 339-342, 1995.
16. SHURTLEFF, J.L.; COBLE, H.D. Interference of certain broadleaf weed species in soybeans (*Glycine max*). **Weed Science**, v. 33, n. 5, p. 654-657, 1985.
17. SMITH JR., R.J. Weed thresholds in southern U.S. rice, *Oryza sativa*. **Weed Technology**, v. 2, n. 3, p. 232-241, 1988.
18. STOLLER, E.W.; HARRISON, S.K.; WAX, L.M.; REGNIER, E.E.; NAFZIGER, E.D. Weed interference in soybeans (*Glycine max*). **Reviews of Weed Science**, v. 3, p. 155-181, 1987.
19. VANDEVENDER, K.W.; COSTELLO, T.A.; SMITH JR., R.J. Model of rice (*Oryza sativa*) yield reduction as a function of weed interference. **Weed Science**, v. 45, n. 2, p. 218-224, 1997.

Recebido em 18/11/2005
Aceito em 20/06/2007