

# PRODUÇÃO DE SEMENTES POR PICÃO-PRETO E GUANXUMA EM FUNÇÃO DE DENSIDADES DAS PLANTAS DANINHAS E DA ÉPOCA DE SEMEADURA DA SOJA<sup>1</sup>

*Seed Production by Beggarticks and Arrowleaf Sida Affected by the Weed Population and Soybean Seeding Timing*

FLECK, N.G.<sup>2</sup>, RIZZARDI, M.A.<sup>3</sup>, AGOSTINETTO, D.<sup>4</sup> e VIDAL, R.A.<sup>2</sup>

RESUMO - A adoção da prática do manejo integrado de plantas daninhas requer, dentre outros, o conhecimento do impacto da densidade populacional das plantas daninhas sobre a sua produção de sementes como fator a considerar na implementação da abordagem de níveis de dano econômico. Diante disso, objetivou-se, com este trabalho, avaliar os efeitos de densidades de plantas daninhas e de épocas de semeadura da soja após a dessecação da cobertura vegetal sobre a produção de sementes por picão-preto (*Bidens* spp.) e guanxuma (*Sida rhombifolia*). Foram conduzidos quatro experimentos em dois ambientes (1998/99, Passo Fundo – ambiente 1 e 1999/00, Eldorado do Sul – ambiente 2). Os tratamentos constaram de densidades de picão-preto ou guanxuma e de épocas de semeadura da soja em relação à data de dessecação da cobertura vegetal. Nos experimentos com picão-preto a semeadura foi realizada aos 3, 7 e 11 dias após dessecação (DAD) da cobertura vegetal, em ambos os ambientes. Nos experimentos com guanxuma a semeadura da soja foi realizada aos 3, 7 e 11 DAD ou 20, 24 e 28 DAD para os ambientes 1 e 2, respectivamente. Obtiveram-se produções médias de sementes de 5,9 e 101,2 mil m<sup>-2</sup> para picão-preto e de 1,4 e 28,2 mil m<sup>-2</sup> para guanxuma nos ambientes 1 e 2, respectivamente. Constatou-se que o efeito da densidade de plantas daninhas na produção de sementes depende da época de emergência da soja em relação à da planta daninha e que, quanto mais cedo a soja for estabelecida em relação à dessecação da cobertura vegetal, menor é a produção de sementes pelas plantas daninhas. O elevado número de sementes produzidas por picão-preto e guanxuma, mesmo em baixas densidades, poderá determinar que a densidade de plantas daninhas para os níveis de dano econômico pode ser menor que aquela estabelecida através da interferência destas plantas daninhas na cultura da soja.

**Palavras-chave:** níveis de dano econômico, interferência, *Bidens* spp., *Sida rhombifolia*.

**ABSTRACT** - The adoption of integrated weed management requires knowledge of the impact of weed populational density on weed seed production as a factor to consider when implementing the economic threshold approach. Thus, the objective of this research was to evaluate the effects of weed densities and soybean seeding timing after plant cover desiccation on seed production by beggarticks (*Bidens* spp.) and arrowleaf sida (*Sida rhombifolia*). Four experiments were carried out in two locations. (1998/99, Passo Fundo – location 1 and 1999/00, Eldorado do Sul – location 2). The treatments consisted of beggarticks and arrowleaf densities, and soybean-seeding times in relation to plant cover desiccation date. In the beggartick trials soybean seeding was performed 3, 7, and 11 days after desiccation – DAD – of plant cover in both locations. In the arrowleaf sida trials, soybean seeding occurred 3, 7, and 11 DAD or 20, 24, and 28 DAD for locations 1 and 2, respectively. Average seed productions of 5.9 and 101.2 thousand m<sup>-2</sup> for beggarticks and 1.4 and 28.2 thousand m<sup>-2</sup> for arrowleaf sida in locations 1 and 2, were obtained respectively. It was verified that the effect of weed density on seed production depends on soybean emergence timing in relation to weed emergence, and that the sooner soybean is

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 10.3.2002 e na forma revisada em 11.8.2003.

Parte da tese do segundo autor para a obtenção do título de Doutor em Fitotecnia.

<sup>2</sup> Eng.-Agr., Ph.D., Professor do Departamento de Plantas de Lavoura da Faculdade de Agronomia da UFRGS, Bolsista do CNPq.

<sup>3</sup> Eng.-Agr., Dr., Professor da Fac. de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, Caixa Postal 611, 99001-970 Passo Fundo-RS, <rizzardi@upf.tche.br>. <sup>4</sup> Eng.-Agr., M.S., aluno do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFRGS.



*established in relation to plant cover desiccation, the lower the number of seeds produced by the weeds. The high number of seeds produced by beggarticks and arrowleaf sida, even in low densities, may determine that weed density can be lower for the economic threshold than the one established through the interference of these weeds in the soybean crop.*

**Key words:** economic threshold, interference, *Bidens* spp., *Sida rhombifolia*.

## INTRODUÇÃO

A adoção do manejo de plantas daninhas com base no nível de dano econômico (NDE) admite que alguns indivíduos permaneçam na lavoura. As plantas daninhas não eliminadas podem produzir grande número de sementes, mesmo sob condições desfavoráveis de ambiente, resultando num banco de sementes potencialmente maior nos anos subseqüentes (Lindquist et al., 1995). No geral, as plantas daninhas apresentam prolífica produção de sementes, mas com número médio de propágulos bastante variável de uma espécie para outra (Radosevich et al., 1997). No caso de picão-preto (*Bidens pilosa*), estima-se que uma planta produza até 3.000 sementes, as quais geralmente apresentam ampla variabilidade (Kissmann & Groth, 1999).

Embora as sementes das plantas daninhas possam disseminar-se nas lavouras de diferentes formas, primariamente elas são introduzidas a partir da dispersão de plantas existentes na própria área (Scott et al., 2000). Esse fato influencia a aceitabilidade, por parte dos agricultores, da adoção do controle de plantas daninhas baseado em NDE, pois, uma vez que uma planta daninha potencialmente problemática se reproduza, características de dormência e longevidade inerentes às sementes assegurarão sua presença durante muitos anos (Sartorato et al., 1996).

Em virtude das conseqüências da reprodução das plantas daninhas, especialmente no abastecimento do banco de sementes no solo, o conceito de NDE foi expandido de modo a incluir o impacto da produção de sementes nas decisões de longo prazo para manejo de plantas daninhas, sendo essa modificação denominada nível de dano econômico ótimo – NDEO (Cardina et al., 1995; Sartorato et al., 1996). Para estabelecer o NDEO são necessárias informações sobre a produção de sementes pelas plantas daninhas em densidades

abaixo daquelas que definem o NDE tradicional (Bauer & Mortensen, 1992). Entretanto, a produção de sementes pelas plantas daninhas pode variar consideravelmente em função da densidade da planta daninha e da época de sua emergência em relação à cultura e, também, com as condições do ambiente (Knezevick et al., 1994).

As variações na produção de sementes pelas plantas daninhas representam estratégias evolutivas que as capacitam a explorar determinada área. Para Rees et al. (2001), a produção de sementes com menor tamanho resulta em plantas com maior fecundidade e, em conseqüência, em aumento na habilidade para colonizar novos ambientes. Segundo os mesmos autores, para uma espécie com alocação reprodutiva constante, a fecundidade é inversamente proporcional ao tamanho da semente. No entanto, o padrão de alocação de recursos pode variar entre indivíduos, além de ser influenciado por alterações do ambiente no qual as plantas daninhas se desenvolvem. Para Jakobsson & Eriksson (2000), somente 40% da variação na produção de sementes por planta foi atribuída aos tamanhos da planta e das sementes; os 60% restantes foram relacionados às diferenças de nicho, às estratégias de alocação e de exigência de recursos e à arquitetura da planta.

De outra parte, plantas com capacidade de explorar rapidamente o ambiente habilitam-se a usufruir com maior eficiência dos recursos disponíveis (Rees et al., 2001), o que influencia sua capacidade reprodutiva. Em pesquisa conduzida por Chikoye et al. (1995), verificou-se que a produção de sementes foi influenciada pela época de emergência de plantas daninhas em relação à cultura. Esses resultados evidenciam o potencial de utilização da época de emergência da planta daninha como opção de manejo para diminuir a produção de sementes. Entretanto, é reconhecido que a simples adição do fator época relativa de emergência pode não

ser suficiente para adoção de NDEO em todas as situações. Alguns autores sugerem que a aplicação de níveis de dano não seja adotada para plantas daninhas que produzam grande quantidade de sementes, apesar de diferenças nessa variável em função de épocas de emergência das plantas daninhas (Norris, 1992). Já Harrison et al. (2001) enfatizam a importância da época de emergência para plantas daninhas que produzam número relativamente pequeno de sementes. Para esses autores, a adoção do conceito de NDE para plantas daninhas que produzem poucas sementes é viável, ao contrário do que ocorre para plantas daninhas que apresentam prolífica produção de sementes, nas quais a determinação do NDE é mais problemática, mesmo sob densidades baixas e emergências tardias das plantas daninhas em relação à cultura (Norris, 1992).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de densidades de plantas daninhas e de épocas de semeadura da soja em relação à dessecação da cobertura vegetal sobre a produção de sementes por picão-preto e guanxuma, como fator a considerar para implementação da abordagem de NDE.

## MATERIAL E MÉTODOS

Quatro experimentos foram conduzidos em campo, na Universidade de Passo Fundo (UPF), em Passo Fundo, região fisiográfica do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, e na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), em Eldorado do Sul, região fisiográfica da Depressão Central. Dois dos experimentos foram conduzidos durante a estação de crescimento 1998/99, em Passo Fundo (ambiente 1), e dois o foram em 1999/00, em Eldorado do Sul (ambiente 2). Os solos das áreas experimentais são classificados como Latossolo Vermelho Distrófico típico e Argissolo Vermelho Distrófico típico, para Passo Fundo e Eldorado do Sul, respectivamente (EMBRAPA, 1999).

O delineamento experimental utilizado nos quatro experimentos foi completamente casualizado, os quais foram dispostos em esquema fatorial, com uma repetição. Nos dois ambientes, os tratamentos constaram de densidades de picão-preto (*Bidens pilosa* e *B. sulbalternans*, em infestações mistas) ou de guanxuma (*Sida rhombifolia*) e de épocas de semeadura de soja

em relação à data de dessecação da cobertura vegetal existente nas áreas. No ambiente 1, a semeadura da soja foi realizada aos 3, 7 e 11 dias após a dessecação (DAD), tanto no experimento com picão-preto quanto no de guanxuma. No ambiente 2, a semeadura da soja foi realizada aos 3, 7 e 11 DAD no experimento com picão-preto e aos 20, 24 e 28 DAD naquele com guanxuma.

As densidades das plantas daninhas foram alocadas aleatoriamente no campo, de acordo com níveis populacionais encontrados naturalmente nas áreas, em cada época de semeadura da soja. No ambiente 1, para picão-preto, as densidades estudadas foram de 4, 15, 33, 62 e 113; 3, 17, 20, 28 e 83; e 1, 2, 3, 17 e 104 plantas m<sup>-2</sup> para semeaduras da soja realizadas aos 3, 7 e 11 DAD; para guanxuma, avaliaram-se densidades de 19, 33, 36, 67 e 76; 36, 38, 71, 117 e 170; e 1, 7, 9, 18 e 39 plantas m<sup>-2</sup> para semeaduras realizadas aos 3, 7 e 11 DAD. No ambiente 2, no experimento com picão-preto as densidades avaliadas foram de 9, 21, 38, 53 e 85; 6, 13, 24, 79 e 96; e 3, 11, 34, 37 e 44 plantas m<sup>-2</sup> para semeaduras de soja realizadas aos 3, 7 e 11 DAD; para guanxuma, as densidades estudadas foram de 7, 17, 30, 40 e 71; 7, 16, 27, 42 e 75; e 2, 17, 39, 45 e 75 plantas m<sup>-2</sup> nas semeaduras realizadas aos 20, 24 e 28 DAD. Cada unidade experimental mediu 6 m<sup>2</sup> (2 x 3 m), sendo formada de cinco fileiras de soja.

Os experimentos foram implantados utilizando-se o sistema de semeadura direta, em áreas contendo cobertura vegetal formada por aveia-preta (*Avena strigosa*), a qual foi controlada com os herbicidas glyphosate (900 g de equivalente ácido ha<sup>-1</sup>) e 2,4-D (670 g de equivalente ácido ha<sup>-1</sup>), na fase de florescimento das plantas de aveia-preta. Nos experimentos conduzidos no ambiente 1 e no estabelecido com picão-preto no ambiente 2, foi realizada uma segunda operação de dessecação (paraquat a 300 g ha<sup>-1</sup>) três dias antes da primeira época de semeadura da soja, em cada um dos experimentos, a fim de eliminar as plantas daninhas que não foram controladas com a primeira dessecação e, também, as que emergiram no período entre a primeira e a segunda dessecação. Para guanxuma, no ambiente 2, foi realizada somente uma dessecação, 20 dias antes da primeira época de semeadura da soja.



No ambiente 1, a adubação do solo foi realizada por ocasião da semeadura da soja, através da distribuição de 300 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 05-20-30. No ambiente 2, distribuíram-se 340 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 05-25-25. Em ambos os experimentos utilizou-se o cultivar de soja Embrapa 66, em densidade de 400 mil plantas ha<sup>-1</sup> e espaçamento de 0,4 m entre as fileiras.

O controle de plantas daninhas gramíneas nos experimentos foi obtido com o herbicida graminicida clethodim (120 g ha<sup>-1</sup>), acrescido do adjuvante Assist, usado a 0,5% volume/volume. Durante a condução dos experimentos foram realizadas suplementações hídricas por meio de irrigações por aspersão, a fim de se garantir adequado desenvolvimento à cultura.

As avaliações das densidades das plantas daninhas foram realizadas 20 dias após a emergência (DAE) da soja, mediante contagem dos indivíduos presentes em área de 1,0 m<sup>2</sup> por parcela, dividida em dois locais de cada unidade.

Antecedendo o florescimento das plantas daninhas, foram identificadas aleatoriamente nas parcelas duas plantas de picão-preto ou de guaxuma no ambiente 1 e três plantas de cada espécie no ambiente 2, as quais foram cobertas com sacos de tule, para evitar dispersão e perda de sementes. A colheita dessas plantas foi feita no mesmo dia da colheita da soja. Nessa ocasião também foi realizada contagem de plantas daninhas que efetivamente produziram sementes. Depois disso, as sementes foram separadas das plantas amostradas, sendo então avaliados os pesos de 400 sementes previamente contadas e total de sementes produzidas. Dessa forma, estimou-se a fecundidade, expressa pela produção total de sementes por planta, e a produção de sementes por unidade de área.

Por ocasião da colheita da soja, avaliou-se a massa seca das plantas daninhas através da coleta das partes aéreas em duas áreas de 0,5 m<sup>2</sup>, amostradas numa extremidade de cada parcela. A secagem do material deu-se em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 60 °C, até se obter peso constante.

Os dados obtidos foram analisados separadamente por ambiente e época de semeadura da soja. Esse procedimento foi adotado em

razão das variações em densidades de plantas daninhas observadas em cada caso. Os dados referentes à produção de sementes por área sofreram transformação logarítmica (log x).

Aos dados de produção de sementes por área foi ajustado o modelo de regressão não linear da hipérbole retangular, proposto por Massinga et al. (2001):

$$N_s = (g \cdot X) / (1 + ((g \cdot X) / b)) \quad (\text{eq. 1})$$

em que  $N_s$  = número de sementes produzidas m<sup>-2</sup>;  $X$  = densidade de plantas daninhas;  $g$  = parâmetro do modelo que indica alterações na produção de sementes;  $b$  = número máximo de sementes m<sup>-2</sup>, estimado pelo modelo.

Aos dados de prolificidade de sementes foi ajustado o modelo de regressão não-linear da hipérbole retangular, modificado por Norris et al. (2001):

$$N_s = (a \cdot b) / (b + X) \quad (\text{eq. 2})$$

em que  $N_s$  = número de sementes produzidas planta<sup>-1</sup>;  $a$  = produção máxima de sementes, estimada pelo modelo;  $b$  = parâmetro do modelo que indica alterações na produção de sementes;  $X$  = densidade de plantas daninhas.

O ajuste dos modelos das equações 1 e 2 foi realizado com auxílio do procedimento Proc Nlin, do programa computacional SAS (SAS, 1989). Para avaliação da relação entre densidade de plantas daninhas e massa seca das plantas daninhas foi realizada análise de regressão entre essas duas variáveis, tendo sido testados os modelos linear e quadrático. Na seleção do melhor modelo foi usado como critério o maior valor do coeficiente de determinação em cada caso.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção média de sementes de picão-preto foi de 5,9 e 101,2 mil sementes m<sup>-2</sup> nos ambientes 1 e 2, respectivamente (Figura 1). É provável que essas diferenças entre ambientes sejam parcialmente decorrentes do maior crescimento vegetativo da soja observado no ambiente 1, o que fez com que a cultura sobrepujasse a planta daninha em estatura, diminuindo sua capacidade de produzir sementes. Observa-se, na Figura 1, que incrementou exponencialmente a produção de sementes por

área a partir de densidades muito baixas, quando então a variável se estabilizou. A estabilização foi estimada ocorrer nas densidades de 11, 9 e 4 e 23, 19 e 12 plantas de picão-preto m<sup>-2</sup> para as semeaduras de soja realizadas aos 3, 7 e 11 DAD, para os ambientes 1 e 2, respectivamente. Esses resultados indicam que, em densidades baixas, à medida que a semeadura da soja ocorreu mais próximo à dessecação da cobertura vegetal, diminuiu a quantidade de sementes produzidas por área. No entanto, à

medida que houve incremento na densidade da planta daninha, as diferenças entre épocas de semeadura tenderam a desaparecer.

No caso da guanxuma, para número de sementes por área, obteve-se ajuste do modelo aos dados com significância estatística somente no experimento conduzido no ambiente 2 (Figura 1). A produção média de sementes foi de 1,4 e 28,2 mil nos ambientes 1 e 2, respectivamente. A produção de sementes cerca de

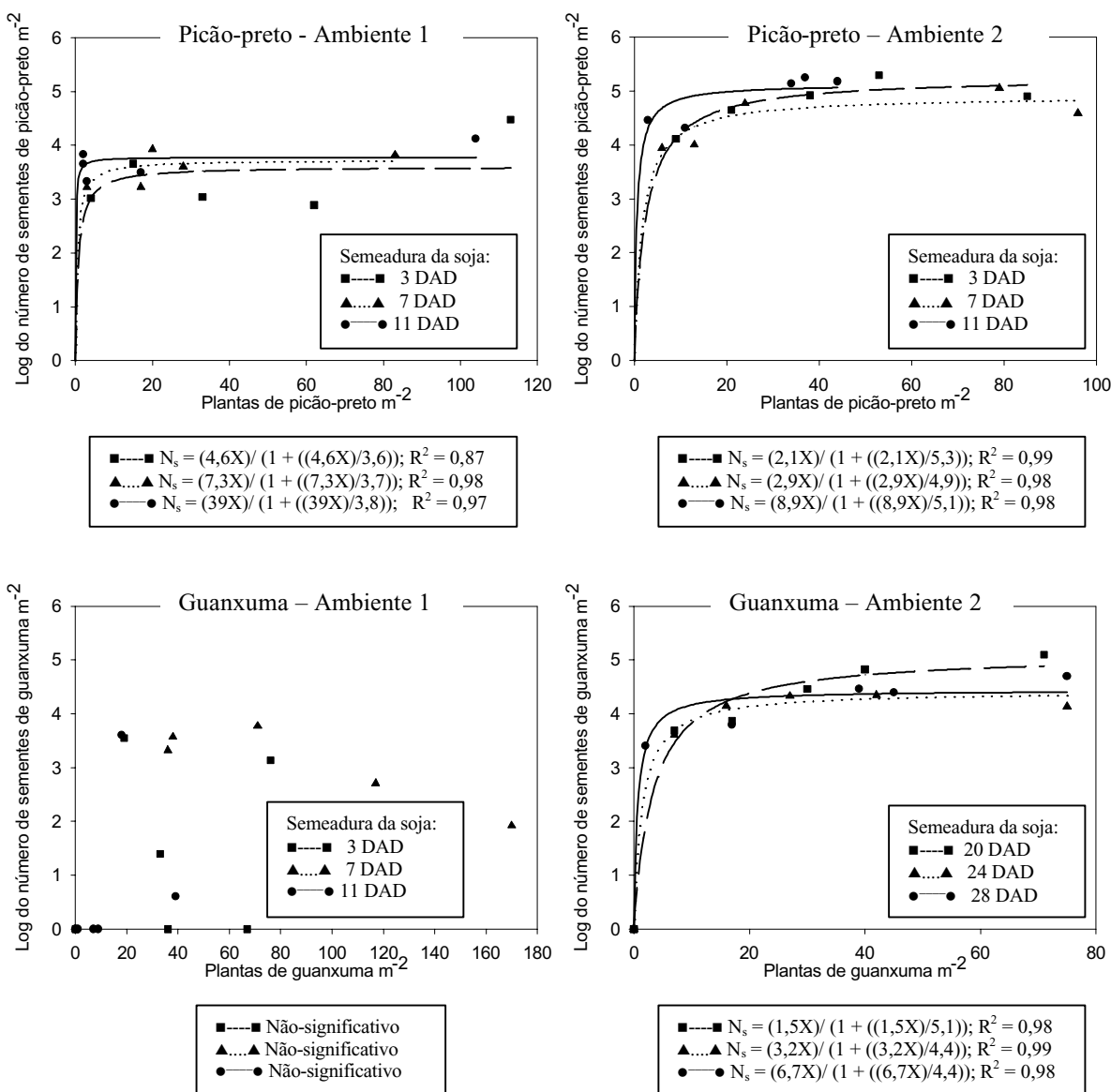


Figura 1 - Número transformado de sementes (N<sub>s</sub>) de picão-preto e de guanxuma produzidas por área em função de densidades das plantas daninhas e da época de semeadura da soja após dessecação da cobertura vegetal. Passo Fundo-RS, 1998/99 (ambiente 1), e Eldorado do Sul-RS, 1999/00 (ambiente 2). (DAD = dias após dessecação).



20 vezes inferior no ambiente 1, em relação ao 2, deveu-se tanto ao maior crescimento vegetativo da soja ocorrido no ambiente 1 quanto à época ampliada de semeadura da cultura em relação à dessecação da cobertura vegetal, pois no ambiente 2 houve intervalos de 20 a 28 dias entre dessecação e semeadura. Devido ao crescimento lento que plantas de guanxuma apresentam, o intervalo de 3 a 11 dias entre dessecação da cobertura vegetal e semeadura da soja, mantido no ambiente 1, não permitiu que a planta daninha obtivesse vantagem competitiva em relação à cultura, diferentemente do que foi constatado no ambiente 2. Nesse ambiente, o platô de produção de sementes foi estimado iniciar em densidades de 26, 16 e 11 plantas  $m^{-2}$  para semeaduras realizadas aos 20, 24 e 28 DAD, respectivamente (Figura 1).

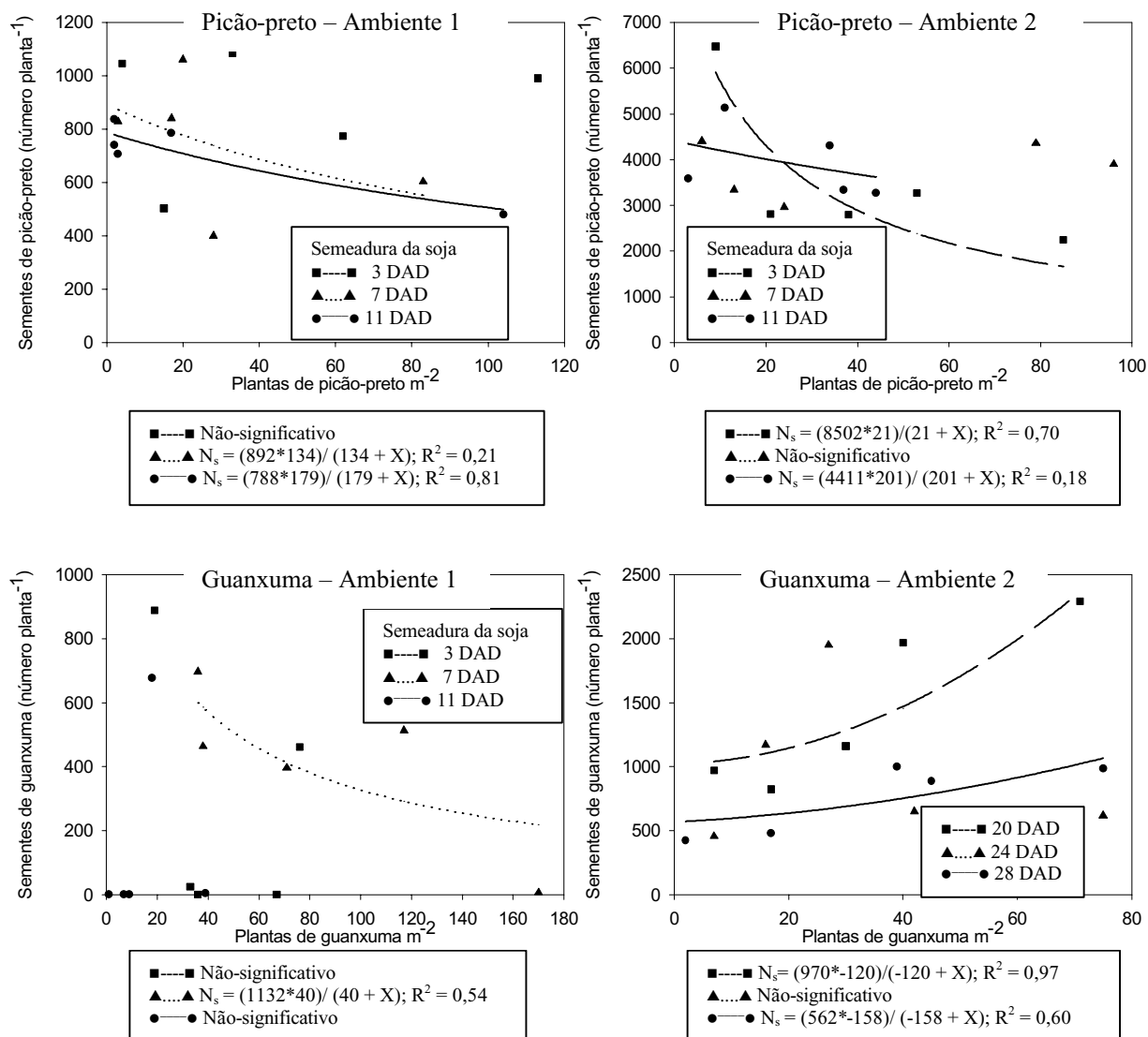
A estabilização na produção de sementes por área, em resposta ao incremento na densidade de plantas, tanto em picão-preto quanto em guanxuma (Figura 1), reflete diferentes magnitudes nas relações de interferência ocorridas com a soja. Em densidades baixas, houve aumento significativo na produção de sementes em resposta ao incremento na densidade da planta daninha, indicando que nessa condição ocorreu pequena competição intra-específica e que as plantas daninhas estiveram mais sujeitas ao efeito competitivo da cultura. Com o incremento na densidade, entretanto, aumentou proporcionalmente o efeito da competição intra-específica, cujo resultado, em nível de planta, resultou em redução na produção de sementes. Resultados obtidos por Norris (1992) indicaram que a produção de sementes de capim-arroz, quando em competição com milho, foi mais intensamente afetada pela cultura em densidades de uma planta daninha por metro do que de 50 plantas por metro de fileira. Esses dados indicam que, quando a planta daninha estiver sujeita à intensa competição interespecífica, são alocados mais fotoassimilados ao crescimento vegetativo do que ao reprodutivo (Norris et al., 2001).

No tocante à fecundidade de picão-preto, excetuando-se as semeaduras de soja realizadas aos 3 DAD no ambiente 1 e aos 7 DAD no ambiente 2, nas demais situações avaliadas a produção de sementes diminuiu quando aumentou a densidade da planta daninha (Figura 2). O atraso na semeadura da soja em

relação à dessecação da cobertura vegetal aumentou a fecundidade de picão-preto em torno de 5% quando a semeadura foi atrasada de 3 para 11 DAD, na média dos dois ambientes, o que representa acréscimo da ordem de 120 sementes por indivíduo para o intervalo considerado.

A resposta da fecundidade, observada para picão-preto, pode ser considerada comportamento normal de plantas diante da variação na densidade. Em baixas densidades há maior produção de sementes por planta, porque as plantas daninhas dispõem de espaço suficiente, sem limitação de recursos do meio, para alocarem fotoassimilados tanto para seu crescimento vegetativo quanto para formação de estruturas reprodutivas. Ao trabalharem com *Amaranthus palmeri*, Massinga et al. (2001) obtiveram diminuição na fecundidade da planta daninha quando ela emergiu mais tarde do que o milho, atribuindo o fato à competição interespecífica com a cultura. No entanto, segundo esses autores, a redução verificada no número de sementes por planta em altas densidades e nas emergências precoces deveu-se tanto à competição inter quanto à intra-específica.

A produção média de sementes de guanxuma foi de 275 e 1.056 por planta nos ambientes 1 e 2, respectivamente (Figura 2). Em relação à resposta dessa planta daninha à densidade de plantas, obteve-se comportamento distinto entre os ambientes. Assim, no ambiente 1, a densidade da planta daninha somente influenciou a fecundidade na semeadura realizada aos 7 DAD; à medida que a densidade aumentou, a produção de sementes diminuiu em torno de três vezes. Entretanto, no ambiente 2, a resposta ao incremento na densidade seguiu tendência contrária: nas épocas de semeadura de soja de 20 e 28 DAD, a fecundidade aumentou em cerca de um terço, provavelmente porque a competição intra-específica não foi intensa. A produção média de sementes por planta, no ambiente 1, foi de 275, 415 e 136 para semeaduras de soja efetuadas aos 3, 7 e 11 DAD, respectivamente. No ambiente 2, o atraso na semeadura da soja em relação à dessecação diminuiu a fecundidade das plantas de guanxuma, que atingiram produções médias de 1.444, 969 e 754 sementes por planta nas semeaduras de 20, 24 e 28 DAD, respectivamente.



**Figura 2** - Número de sementes ( $N_s$ ) de picão-preto e de guanxuma produzidas por planta em função de densidades das plantas daninhas e da época de semeadura da soja após dessecação da cobertura vegetal. Passo Fundo-RS, 1998/99 (ambiente 1), e Eldorado do Sul-RS, 1999/00 (ambiente 2). (DAD = dias após dessecação).

As respostas contraditórias observadas para guanxuma no ambiente 2 estão associadas, em parte, à época de semeadura da soja em relação à dessecação da cobertura vegetal. O atraso na semeadura da cultura propiciou à guanxuma alcançar maior crescimento vegetativo, proporcionando-lhe, num primeiro momento, vantagem que se caracterizou em maior fecundidade para semeadura da soja realizada aos 20 DAD. No entanto, com atrasos na semeadura da cultura para 24 e 28 DAD, ao maior crescimento da planta daninha correspondeu maior competição intra-específica; em

decorrência, menos recursos foram alocados para as estruturas reprodutivas.

Os resultados de fecundidade obtidos neste trabalho não permitem extrair conclusões definitivas sobre o comportamento das espécies picão-preto e guanxuma em resposta ao aumento nas densidades de plantas, porém servem como indicativos das respostas dessas espécies aos fatores estudados. Acredita-se serem necessários estudos mais abrangentes que esclareçam os comportamentos delineados e que forneçam estimativas definidas sobre

produção de sementes por essas plantas daninhas, pois esses resultados terão importantes implicações no manejo de plantas daninhas. Por exemplo, conhecendo-se suficientemente a fecundidade, podem-se utilizar esses dados na geração de recomendações de níveis de dano econômico que incluam mais de uma estação de crescimento, uma vez que, quanto maior a fecundidade projetada, maiores serão os problemas potenciais de controle em anos subsequentes (Kegode et al., 1999).

A magnitude da produção de sementes por guaxuma e, principalmente, por picão-preto pode influenciar negativamente a adoção do manejo integrado de plantas daninhas com base na abordagem de NDE (Rizzardi, 2002). Nesse contexto, Norris et al. (2001) obtiveram produções variáveis de 300 a 500 mil sementes de capim-arroz  $m^{-2}$ . Tais níveis de fecundidade enfatizam o efeito que um único ano de reduzido controle de plantas daninhas possa exercer sobre o banco de sementes de plantas daninhas como capim-arroz. Os retornos anuais de sementes ao solo demandarão altos níveis de controle nas culturas estabelecidas seqüencialmente na área. A produção de sementes por plantas daninhas não inviabiliza a adoção da tática de NDE; contudo, poderá alterar o valor do nível (Rizzardi, 2002). Modelo aplicado por Bauer & Mortensen (1992) estimou que o NDEO é 3,6 a 7,5 vezes menor do que o baseado em um único ano e que não considera a produção de sementes.

Algumas estratégias podem ser adotadas visando minimizar o impacto da elevada produção de sementes por plantas daninhas; uma delas refere-se à época de semeadura da cultura em relação à dessecação da cobertura vegetal, como foi analisado através das Figuras 1 e 2. Assumindo-se uma densidade de 10 plantas daninhas  $m^{-2}$ , a produção média de sementes de picão-preto, na média dos dois ambientes, aumentou de 9,6 mil para 36,2 mil  $m^{-2}$ , quando a semeadura foi atrasada de 3 para 11 DAD – um acréscimo de quase quatro vezes para um intervalo de apenas oito dias. Já para guaxuma no ambiente 2 a produção de sementes praticamente dobrou, passando de 6,4 para 13,4 mil sementes  $m^{-2}$ . Reduções na produção de sementes por efeito de épocas de emergência das plantas daninhas em relação à cultura também foram relatadas

para outras plantas daninhas (Martin & Field, 1988; Bauer & Mortensen, 1992; Harrison et al., 2001). Para Esbenshade et al. (2001), a identificação do período de emergência das plantas daninhas é importante para criar e planejar um programa eficiente para seu manejo. A época de emergência das plantas daninhas durante a estação de crescimento influenciará tanto seu crescimento vegetativo quanto seu potencial reprodutivo e, ainda, sua habilidade competitiva. De forma similar, Harrison et al. (2001) atribuíram as menores taxas de produção de sementes por *Ambrosia trifida*, nas emergências tardias, ao atraso na maturação e na taxa de fecundidade causado pela maior competição exercida pela cultura de milho nessa condição.

Em comunidades vegetais podem ocorrer duas respostas ao aumento na densidade de plantas: mortalidade, que afeta o número de indivíduos, e plasticidade, que afeta o tamanho dos sobreviventes e, em consequência, define o número de sementes produzidas (Zanin & Sattin, 1988). Para picão-preto, o incremento na densidade aumentou a massa seca da planta daninha por área, especialmente para densidade na faixa de 45 a 50 plantas  $m^{-2}$ , obtendo-se ajustes dos modelos quadrático e linear para as semeaduras de 3 e 11 DAD, respectivamente (Figura 3). Para semeadura de 3 DAD, o incremento na massa seca se deu até cerca de 50 plantas  $m^{-2}$ , quando então diminuiu, provavelmente em decorrência do auto-ajuste das plantas ao espaço disponível para seu desenvolvimento. Para a de 11 DAD, a densidade máxima de plantas daninhas pouco superou 40 plantas  $m^{-2}$ , o que explica o aumento linear observado na massa seca por área em resposta ao incremento na densidade. Para guaxuma, houve efeito da densidade da planta daninha somente na primeira semeadura, realizada aos 20 DAD; a exemplo do comportamento de picão-preto aos 11 DAD, o aumento na massa seca seguiu tendência linear em resposta ao incremento na densidade de guaxuma (Figura 3). Nos casos em que houve comportamento linear, é possível que as densidades das plantas daninhas não tenham atingido valores suficientemente altos para provocar estabilização da fitomassa. Caso contrário, não se estaria confirmando a lei dos rendimentos finais constantes (Radosevich et al., 1997), segundo a qual a partir de um



determinado nível a produção de fitomassa torna-se independente da densidade de plantas presentes na área.

As relações de fitomassa, estimadas na colheita da soja, e produção de sementes pelas plantas daninhas podem ser analisadas nas

Figuras 4 a 6. Para produção de sementes por área (Figura 4), em ambas as espécies, os efeitos foram bastante próximos aos observados para densidades das plantas daninhas (Figura 1). Inicialmente, para pequena fitomassa de planta daninha ocorreu incremento exponencial na produção de sementes, quando

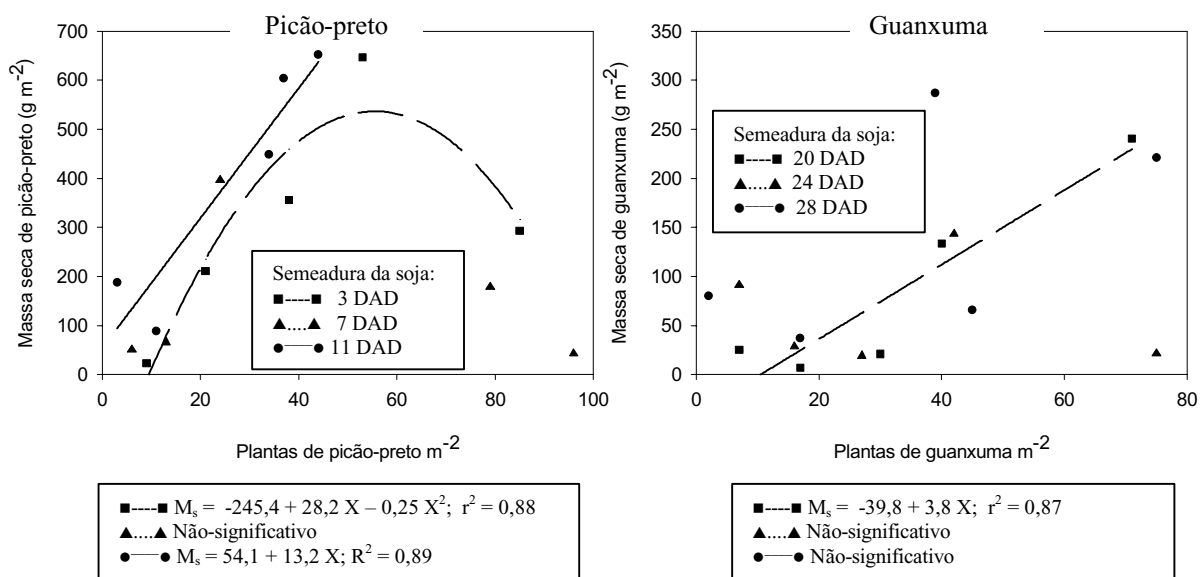


Figura 3 - Massa seca ( $M_s$ ) de picão-preto e de guanxuma por área em função de densidades das plantas daninhas e da época de semeadura da soja após dessecação da cobertura vegetal. Eldorado do Sul-RS, 1999/00. (DAD = dias após dessecação).

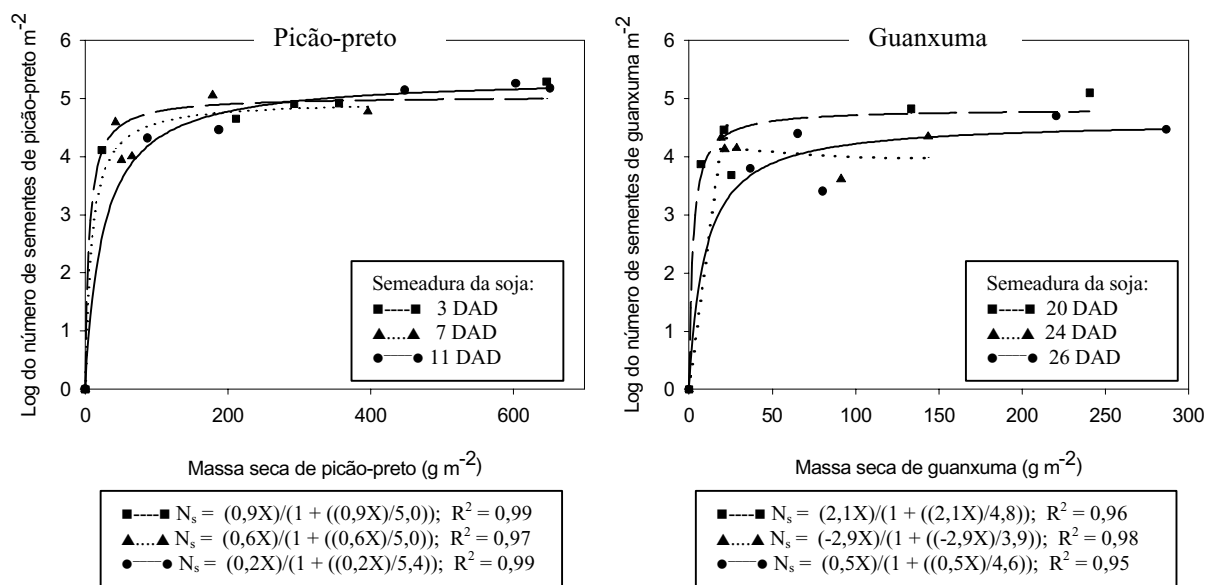
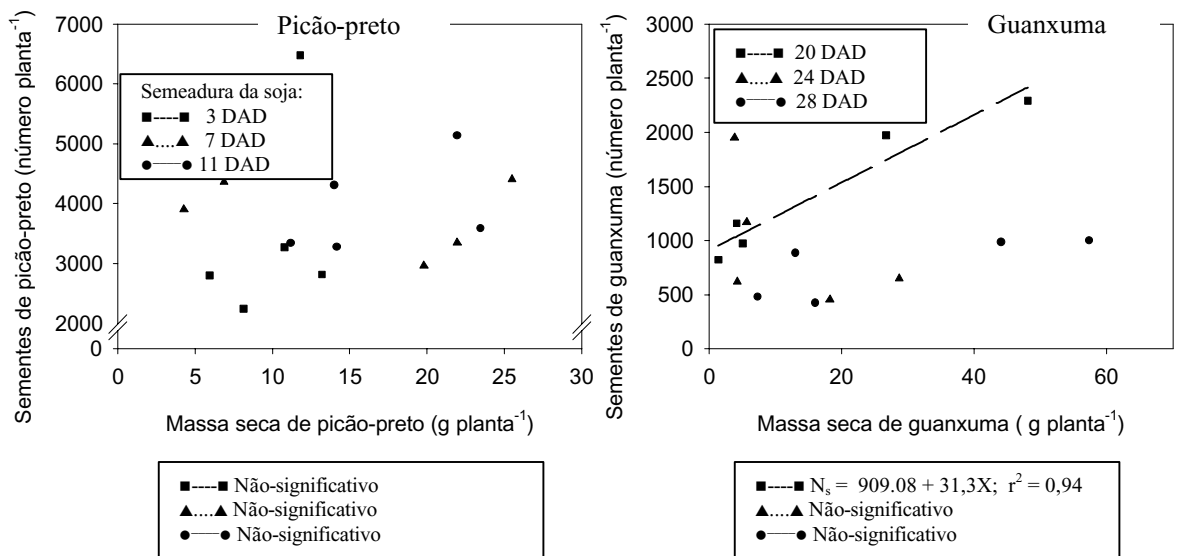


Figura 4 - Número transformado de sementes ( $N_s$ ) de picão-preto e de guanxuma produzidas por área em função da massa seca das plantas daninhas por área e da época de semeadura da soja após dessecação da cobertura vegetal. Eldorado do Sul-RS, 1999/00. (DAD = dias após dessecação).

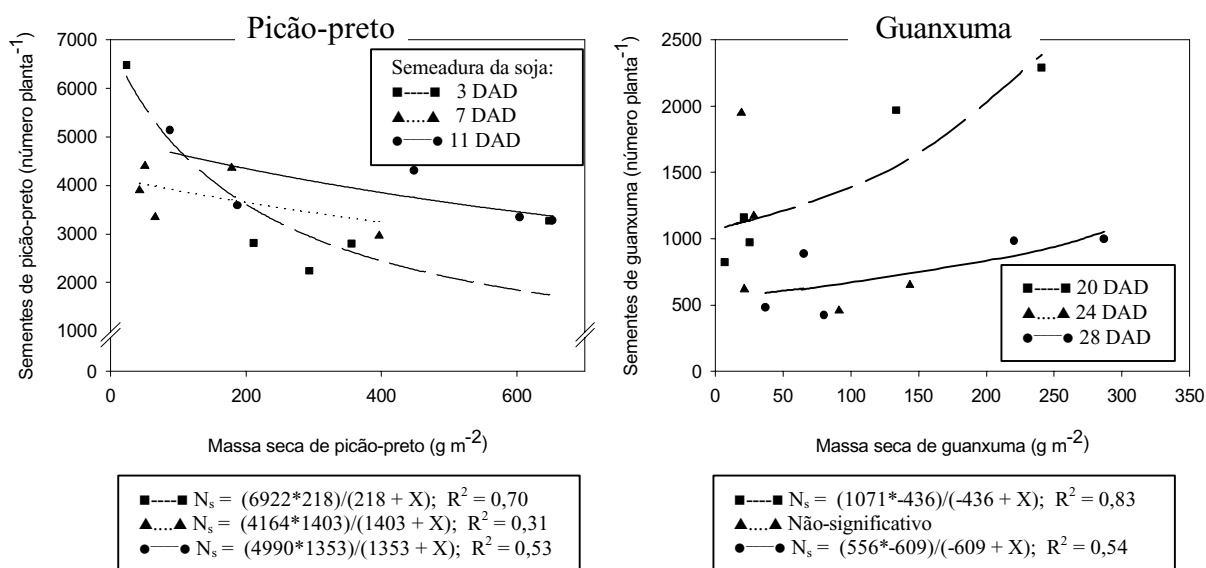


então a variável atingiu um platô, estabilizando-se. O platô foi alcançado sob valores mais elevados de massa seca nas sementeiras precoces, realizadas mais próximo à dessecação da cobertura, do que em sementeiras posteriores, resposta que ocorreu tanto para picão-preto quanto para guanxuma.

No caso da produção de sementes por planta, seria esperado que o aumento na massa seca da planta daninha por planta fosse acompanhado pelo respectivo incremento na fecundidade, como foi relatado por Cousens & Mortimer (1995). No entanto, conforme se observa na Figura 5, o aumento na massa seca



**Figura 5** - Número de sementes ( $N_s$ ) de picão-preto e de guanxuma produzidas por planta em função da massa seca das plantas daninhas por planta e da época de semeadura da soja após dessecação da cobertura vegetal. Eldorado do Sul-RS, 1999/00. (DAD = dias após dessecação).



**Figura 6** - Número de sementes ( $N_s$ ) de picão-preto e de guanxuma produzidas por planta em função da massa seca das plantas daninhas por área e da época de semeadura da soja após dessecação da cobertura vegetal. Eldorado do Sul-RS, 1999/00. (DAD = dias após dessecação).

por planta daninha somente influenciou a fecundidade de guanxuma na semeadura da soja realizada aos 20 DAD. Esses resultados, aparentemente contraditórios, são corroborados por Jakobsson & Eriksson (2000), para os quais somente 40% da variação na produção de sementes por planta é atribuída aos tamanhos da planta e da semente, sendo a variação restante relacionada a outros fatores. Além disso, o fato de não se utilizarem as mesmas plantas para estimar a massa seca da planta daninha e o número de sementes influenciou a falta de associação entre os fatores, quando os valores foram expressos por planta. Entretanto, quando o fator massa seca foi expresso por unidade de área (Figura 6), seu efeito na prolificidade foi mais evidente e bastante similar ao observado para efeito da densidade de plantas daninhas na prolificidade (Figura 2).

A plasticidade do crescimento dependente da densidade é influenciada pelo espaço disponível ao desenvolvimento da planta e pela habilidade das espécies em ocupar esse espaço e utilizar os recursos do meio. Como estratégia de ocupação do espaço disponível, a planta altera a morfologia do dossel, regulando também o número de estruturas reprodutivas (Zanin & Sattin, 1988). Resultados obtidos por Esbenschade et al. (2001) demonstram que a presença da cultura e a época de emergência da planta daninha afetam o crescimento e a reprodução da planta daninha, fatores que podem causar reduções de até 96% na massa seca e na produção de sementes. Diante dos resultados obtidos nesta pesquisa e objetivando diminuir a produção de sementes por plantas daninhas, é importante limitar não somente a densidade de plantas daninhas, mas também sua produção de massa (Figuras 3 e 4). Nesse contexto, a adoção de estratégias de manejo de plantas daninhas, como arranjo apropriado de plantas da cultura (Norris et al., 2001), emprego de cultivares com maior habilidade competitiva (Mortensen et al., 2000) e uso de doses reduzidas de herbicidas (Belles et al., 2000), influencia negativamente tanto o acúmulo de fitomassa pelas plantas daninhas como a formação de estruturas reprodutivas. Em consequência, essas práticas podem neutralizar os efeitos decorrentes do aumento das reservas de sementes no solo, causado pela adoção do manejo de plantas daninhas com

base em NDE. Desse modo, o emprego de estratégias de manejo de populações residuais de plantas daninhas, com base na redução da produção de sua fitomassa, pode trazer resultados compensadores.

Outra abordagem salutar refere-se ao manejo de áreas em que se tenha obtido controle de plantas daninhas através de NDE, onde a prática da rotação de culturas comumente resulta em menores densidades de plantas daninhas emergidas e em menor produção de sementes do que em situação de monoculturas (Kegode et al., 1999). A redução na densidade de plantas daninhas em sistemas de rotação de culturas tem por base o uso de uma seqüência apropriada de culturas que originam diversidade nas lavouras e, dessa forma, podem modificar os padrões da relação cultura-plan- tas daninhas.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Proc. Nº 460789/00-7) e à Fapergs (Proc. Nº 00/0228.9), pelo apoio financeiro na execução do trabalho.

## LITERATURA CITADA

- BAUER, T. A.; MORTENSEN, D. A. A comparison of economic and economic optimum thresholds for two annual weeds in soybeans. **Weed Technol.**, v. 6, n. 1, p. 228-235, 1992.
- BELLES, D. S.; THILL, D. C.; SHAFII, B. PP-604 rate and *Avena fatua* density effects on seed production and viability in *Hordeum vulgare*. **Weed Sci.**, v. 48, n. 3, p. 378-384, 2000.
- CARDINA, J.; REGNIER, E.; SPARROW, D. Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) competition and economic thresholds in conventional and no-till corn (*Zea mays*). **Weed Sci.**, v. 43, n. 1, p. 81-87, 1995.
- CHIKOYE, D.; WEISE, S. F.; SWANTON, C. J. Influence of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) time of emergence and density on white bean (*Phaseolus vulgaris*). **Weed Sci.**, v. 43, n. 3, p. 375-380, 1995.
- COUSENS, R.; MORTIMER, M. Processes involved in the regulation of population density. In: **Dynamics of weed populations**. Cambridge: University Press, 1995. p. 86-136.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: 1999. 412 p.



- ESBENSHADE, W. R. et al. Effect of establishment date and crop competition on burcucumber fecundity. **Weed Sci.**, v. 49, n. 4, p. 524-527, 2001.
- HARRISON, S. K. et al. Competition and fecundity of giant ragweed in corn. **Weed Sci.**, v. 49, n. 2, p. 224-229, 2001.
- JAKOBSSON, A.; ERIKSSON, O. A comparative study of seed number, seed size, seedling size and recruitment in grassland plants. **Oikos**, v. 88, n. 3, p. 494-502, 2000.
- KEGODE, G. O.; FORCELLA, F.; CLAY, S. Influence of crop rotation, tillage, and management inputs on weed seed production. **Weed Sci.**, v. 47, n. 2, p. 175-183, 1999.
- KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: BASF, 1999. v. 2, 978 p.
- KNEZEVIK, S. Z.; WEISE, S. F.; SWANTON, C. J. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) in corn (*Zea mays*). **Weed Sci.**, v. 42, n. 4, p. 568-573, 1994.
- LINDQUIST, J. L. et al. Modeling the population dynamics and economics of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) control in a corn (*Zea mays*)-soybean (*Glycine max*) rotation. **Weed Sci.**, v. 43, n. 2, p. 269-275, 1995.
- MARTIN, M. P. L. D.; FIELD, R. J. Influence of time of emergence of wild oat on competition with wheat. **Weed Res.**, v. 28, n. 2, p. 111-116, 1988.
- MASSINGA, R. A. et al. Interference of palmer amaranth in corn. **Weed Sci.**, v. 49, n. 2, p. 202-208, 2001.
- MORTENSEN, D. A.; BASTIAANS, L.; SATTIN, M. The role of ecology in the development of weed management systems: an outlook. **Weed Res.**, v. 40, n. 1, p. 49-62, 2000.
- NORRIS, R. F. et al. Case history for weed competition/ population ecology: barnyardgrass (*Echinochloa crusgalli*) in sugarbeets (*Beta vulgaris*). **Weed Technol.**, v. 6, n. 1, p. 220-227, 1992.
- NORRIS, R. F. et al. Spatial arrangement, density, and competition between barnyardgrass and tomato: II. Barnyardgrass growth and seed production. **Weed Sci.**, v. 49, n. 1, p. 69-76, 2001.
- RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. Genetics and evolution of weeds. In: **Weed Ecology – implications for management**. 2.ed. Wiley & Sons: New York, 1997. p. 69-102.
- REES, M. et al. Long-term studies of vegetation dynamics. **Science**, v. 293, p. 650-655, 2001.
- RIZZARDI, M. A. **Nível de dano econômico para tomada de decisão no controle de picão-preto (*Bidens spp.*) e guanxuma (*Sida rhombifolia* L.) na cultura da soja**. 2002. 176 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia – Plantas de Lavoura) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.
- SARTORATO, I.; BERTI, A.; ZANIN, G. Estimation of economic thresholds for weed control in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). **Crop Prot.**, v. 15, n. 1, p. 63-68, 1996.
- SAS – Institute Statistical Analysis System. **User's guide**. Version 6.4. ed., North Caroline: 1989. 846 p.
- SCOTT, G. H. et al. *Datura stramonium* interference and seed rain in *Gossypium hirsutum*. **Weed Sci.**, v. 48, n. 5, p. 613-617, 2000.
- ZANIN, G.; SATTIN, M. Threshold level and seed production of velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medicus) in maize. **Weed Res.**, v. 28, n. 3, p. 347-352, 1988.