

# RENDIMENTO DE GRÃOS DE FEIJÃO E NÍVEL DE DANO ECONÔMICO SOB DOIS PERÍODOS DE COMPETIÇÃO COM *Euphorbia heterophylla*<sup>1</sup>

*Grain Yield of Beans and Weed Economic Threshold in Two Periods of Competition with Euphorbia heterophylla*

MACHADO, A.B.<sup>2</sup>, TREZZI, M.M.<sup>2</sup>, VIDAL, R.A.<sup>3</sup>, PATEL, F.<sup>2</sup>, CIESLIK, L.F.<sup>2</sup> e DEBASTIANI, F.<sup>2</sup>

**RESUMO** - O objetivo deste estudo foi avaliar o impacto da interferência de *Euphorbia heterophylla* (EPHHL) em diferentes densidades e épocas de semeadura sobre o rendimento do feijoeiro e seus componentes e o nível de dano econômico (NDE). O experimento foi conduzido em campo em delineamento de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas principais foram alocadas oito densidades de EPHHL (0, 6, 10, 17, 29, 49, 83 e 142 pl m<sup>-2</sup>) e, nas subparcelas, duas épocas de semeadura da infestante (12 dias antes da semeadura do feijoeiro e simultaneamente à cultura). As perdas de rendimento da cultura do feijão foram diretamente proporcionais à densidade de plantas de EPHHL. A implantação simultânea das espécies cultivada e daninha resultou em perda máxima de 48% no rendimento de grãos de feijão, enquanto a semeadura de EPHHL 12 dias antes do feijoeiro resultou em perda de 60% no rendimento de grãos. O número de legumes por planta foi o principal componente do rendimento afetado pela competição. Cada planta de EPHHL reduziu em 2,4 e 5,5% o rendimento de grãos de feijoeiro, para as situações de implantação simultânea e 12 dias antes da semeadura da cultura, respectivamente. Análise de sensibilidade indicou que os valores de NDE dependeram da época de implantação da planta daninha, da expectativa de rendimento da cultura, da eficiência do herbicida, do valor do produto colhido e do custo do controle. Entretanto, em todas as simulações, o NDE foi muito baixo (<3,3 plantas m<sup>-2</sup>), enfatizando a necessidade de herbicidas residuais para evitar perdas econômicas na cultura.

**Palavras-chave:** competição, *Phaseolus vulgaris*, perda de rendimento, nível crítico de dano, hipérbole retangular.

**ABSTRACT** - This study aimed to assess the impact of *Euphorbia heterophylla* (EPHHL) interference at different densities and sowing dates on common bean grain yield and its components, and to determine crop weed economic threshold (WET). The field experiment consisted of a randomized block design in a split plot arrangement of the treatments, with four replicates. On the main plots, eight densities of EPHHL (0, 6, 10, 17, 29, 49, 83 and 142 pl m<sup>-2</sup>) were allocated; and on the subplots, there were two sowings of weeds (12 days before and simultaneous to the bean crop sowing). The common bean grain yield losses were directly proportional to weed density. Simultaneous employment of crop and weed resulted in the maximum 48% of bean grain yield loss. The sowing of EPHHL 12 days before bean reduced crop grain yield in 60%. The number of pods per plant was the main yield component affected by weed interference. Each EPHHL plant has reduced from 2.4 to 5.5% the common bean grain yield, when sowed simultaneous and 12 days prior to the crop, respectively. Sensitivity analysis indicate that the WET depended on the crop grain yield potential, the efficiency of the herbicide, the crop value, and the cost of EPHHL control. However, in all the simulations, the WET was very low (< 3.3 plants m<sup>-2</sup>), which emphasizes the need of residual herbicides to avoid crop economic losses.

**Keywords:** competition, *Phaseolus vulgaris*, loss of yield, critical level of damage, rectangular hyperbole.

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 20.7.2014 e aprovado em 24.7.2014.

<sup>2</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco-PR, Brasil, <ab\_machado@yahoo.com.br>; <sup>3</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, Brasil.



## INTRODUÇÃO

As baixas produtividades da cultura do feijão estão em parte relacionadas com a interferência das plantas daninhas (Oerke, 2006). Uma estimativa mundial indica que, caso não fossem adotadas medidas de gestão de plantas daninhas, a interferência delas reduziria o potencial produtivo das lavouras em mais de 38% (Oerke, 2006). A interferência das plantas daninhas durante todo o ciclo pode reduzir o rendimento de grãos do feijoeiro entre 20 e 80% (Kozłowski et al., 2002; Salgado et al., 2007). O feijoeiro apresenta baixa capacidade competitiva com plantas daninhas e está enquadrado no grupo de culturas agrícolas que menos sombreiam o solo, o que expõe a cultura a intensa interferência dessas plantas. No Brasil, estimam-se perdas médias da ordem de 25% do rendimento de grãos de feijão, o que equivale a R\$ 1 bilhão de reais anualmente (Vidal et al., 2010).

O leiteiro ou amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) é uma planta daninha da família Euphorbiaceae, muito frequente na cultura do feijão. É nativa das regiões tropicais e subtropicais das Américas (Cronquist, 1981). A grande preocupação em relação a essa espécie daninha está relacionada às suas características biológicas, como o ciclo curto, sendo possível ocorrer de duas a três gerações em um ano, e à grande produção de sementes (Kissmann & Groth, 1999).

Poucos trabalhos científicos são encontrados com informações sobre a capacidade competitiva de *E. heterophylla* com a cultura do feijão. Embora seja descrita como uma espécie com grande capacidade competitiva com espécies cultivadas (Kissmann & Groth, 1999), em vasos, em condições controladas, essa espécie daninha foi considerada menos competitiva com cultivares de feijão do que *Bidens pilosa* e *Amaranthus spinosus* (Cury et al., 2011). Além disso, são vários os fatores que alteram a interferência planta daninha-cultura. Entre os fatores mencionados, o período compreendido entre a dessecação das espécies de cobertura e daninhas e a implantação da cultura tem sido muitas vezes menosprezado por agricultores e técnicos, embora seu incremento resulte em aumento das perdas de rendimento da cultura e redução do nível de dano econômico (Rizzardì, 2002).

O nível de dano econômico (NDE) pode ser definido como a densidade populacional, ou nível de dano, em que devem ser tomadas medidas de controle para evitar que ocorra dano econômico à cultura (Glass, 1975; Coble & Mortensen, 1991). O NDE depende de variáveis biológicas, como o rendimento de grãos da cultura, a perda percentual de rendimento da cultura por unidade de planta daninha e a eficiência do herbicida; e de variáveis econômicas, como o custo de controle das infestantes e o preço do produto colhido (Lindquist & Kropff, 1996). Os NDEs, como apoio à decisão de manejo de infestantes, têm sido pouco empregados na herbologia, em razão da imprevisibilidade das variáveis biológicas (Norris, 1999) e econômicas (Kalsing & Vidal, 2010).

No caso de equações com várias variáveis independentes, a técnica de análise de sensibilidade estima o impacto final da variação em um dos fatores quando cada um dos demais é mantido constante. Teoriza-se que a análise de sensibilidade pode ser útil para utilizar as informações de NDE para planejar medidas de manejo de plantas daninhas, de forma a obter produção vegetal mais econômica e ecologicamente correta.

O presente estudo teve por objetivo avaliar o impacto de diferentes densidades e épocas de semeadura de *E. heterophylla* sobre a produtividade da cultura do feijão e nos seus componentes do rendimento, além de fazer uma análise de sensibilidade de cada uma das variáveis da equação do NDE dessa infestante ao feijoeiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo, na Área Experimental do Câmpus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), situada no município de Pato Branco-PR, no período de outubro de 2010 a janeiro de 2011. A área experimental está localizada nas coordenadas de 26°10'27"S e 52°41'10"W e altitude de 720 metros. O solo do local pertence à unidade de mapeamento Latossolo Vermelho Distroférico, textura argilosa, relevo ondulado (Bhering et al., 2008).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas,

com quatro repetições. Nas parcelas principais foram alocadas oito densidades esperadas de *E. heterophylla* (0, 6, 10, 17, 29, 49, 83 e 142 plantas m<sup>-2</sup>) e, nas subparcelas, duas épocas de semeadura de *E. heterophylla* em relação ao feijoeiro (12 dias antes e no momento da semeadura do feijão). O número de plantas emergidas de *E. heterophylla* na primeira época de semeadura (0 DAS) foi de 0, 3,9, 6,4, 9,1, 14,8, 22,7, 38,6 e 63,3 plantas m<sup>-2</sup>, e na segunda época de semeadura (12 DAS) foi de 0, 2,2, 3,7, 7,8, 14,2, 21,0, 39,3 e 73,7 plantas m<sup>-2</sup>.

Cada unidade experimental mediu 13,5 m<sup>2</sup>. O cultivar utilizado foi o IPR Tiziu, cujo hábito de crescimento é indeterminado e apresenta porte ereto e comprimento da guia média (IAPAR, 2014). A semeadura foi feita a uma profundidade de 5 cm, com espaçamento entre linhas de 0,45 m e densidade de aproximadamente 220.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

A adubação de base foi realizada de acordo com análise de solo e necessidade da cultura, utilizando-se 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 08.20.15, perfazendo as quantidades de 24, 60 e 45 kg de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente. Em cobertura, manualmente e a lanço, sob condição adequada de umidade no solo, empregaram-se 90 kg ha<sup>-1</sup> de ureia granulada (45.00.00), o que equivale a 40 kg ha<sup>-1</sup> de N, efetuada no estágio V<sub>3</sub> da cultura, ou seja, quando, em média, 50% das plantas estavam com a primeira folha trifoliolada. As sementes de feijão foram tratadas com o fungicida thiram a 70 g 100 kg<sup>-1</sup> de sementes e inseticida fipronil a 50 g por 100 kg de sementes.

A semeadura de *E. heterophylla* foi feita manualmente, a lanço, objetivando a distribuição uniforme nas subparcelas. Foi realizado o controle das plantas daninhas monocotiledôneas com clethodim (100 g i.a. ha<sup>-1</sup>), e as demais dicotiledôneas, com exceção de *E. heterophylla*, foram arrancadas manualmente durante todo o ciclo da cultura.

Os componentes de rendimento das plantas de feijão (número de legumes por planta, número de grãos por legume, peso de mil grãos e número de plantas m<sup>-2</sup>) foram avaliados em amostras de cinco plantas por unidade experimental, as quais foram definidas aleatoriamente no momento da colheita. O rendimento

da cultura foi determinado pela colheita das plantas de feijão em uma área útil de 5,4 m<sup>-2</sup> em cada unidade experimental.

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância pelo teste F. Quando significativo ( $p < 0,05$  para efeitos principais e  $p < 0,15$  para interações), procedeu-se à análise de regressão entre a variável independente (densidade de plantas em cada época de implantação) e as variáveis dependentes. Para a variável dependente perda do rendimento de grãos, ajustou-se o modelo de hipérbole retangular (Equação 1).

$$y = (A*d) / (D_{50}+d) \quad (\text{eq. 1})$$

em que  $y$  = dados normalizados para porcentagem de perda do rendimento em relação à testemunha não infestada;  $A$  = assíntota máxima (ou perda de rendimento quando a densidade da infestante está próxima da capacidade de suporte do meio);  $d$  = densidade da infestante (variável independente);  $D_{50}$  = densidade onde ocorre 50% da perda de rendimento;  $i = A/D_{50}$  = nível crítico de dano (perda percentual no rendimento devido ao efeito de cada planta (valor da tangente à hipérbole na densidade 0)). Para as demais variáveis (componentes do rendimento), ajustaram-se os dados ao modelo exponencial decrescente (Equação 2).

$$y = y_0 + (ae^{-bd}) \quad (\text{eq. 2})$$

em que  $y$  = valor estimado para a variável dependente; e  $y_0$ ,  $a$ ,  $b$  são coeficientes da equação. Para calcular o NDE, utilizou-se a Equação 3, proposta por Lindquist & Kropff (1996).

$$NDE = C / (R * P * (i/100) * E) \quad (\text{eq. 3})$$

em que  $C$  = custo de controle (R\$ ha<sup>-1</sup>);  $R$  = rendimento de grãos da cultura (kg ha<sup>-1</sup>);  $P$  = preço do produto colhido (R\$ kg<sup>-1</sup> de grão); e  $E$  = eficiência do herbicida (%).

A análise de sensibilidade das variáveis do NDE foi realizada pela técnica do OAT (*one-at-a-time* = uma por vez), considerando-se variações de 75, 100, 150 e 200% de cada um dos fatores da Equação 1, mantendo-se os demais constantes (Hamby, 1994). Foram considerados 100% das variáveis  $C$ ,  $P$  e  $R$ , respectivamente, os seguintes valores:

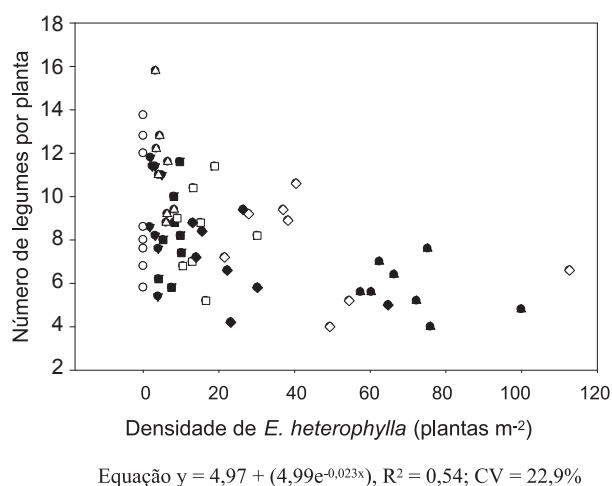


60 R\$ ha<sup>-1</sup> (média de preços dos principais herbicidas recomendados para o controle de dicotiledôneas no feijoeiro, acrescido do custo da aplicação por ha); 1,0 R\$ kg<sup>-1</sup> de grãos de feijão (valor pago aos agricultores no PR); e 1.500 kg ha<sup>-1</sup> (expectativa de produtividade do feijoeiro). Para a variável eficiência do herbicida no controle de plantas de *E. heterophylla* (E), a faixa de valores selecionada consistiu de 70, 80, 90 e 100%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições climáticas e da área experimental foram favoráveis à aquisição de elevados rendimentos de grãos nas parcelas testemunhas, da ordem de 2.400 kg ha<sup>-1</sup>. Entre os componentes do rendimento, a análise da variância indicou significância apenas para o número de legumes por planta de feijão, para o qual houve efeito do fator densidade de planta (Figura 1). Em relação aos demais componentes, número de grãos por legume, peso de mil grãos e número de plantas m<sup>-2</sup>, não houve significância dos fatores densidade e época de emergência da espécie daninha, nem da interação entre eles.

Com o aumento da densidade da espécie daninha, houve redução exponencial no número de legumes por planta de feijão, na média das duas épocas de semeadura de



**Figura 1** - Regressão entre densidade de *Euphorbia heterophylla* e o número de legumes por planta na média de duas épocas de semeadura da espécie daninha em relação ao feijoeiro. 2011.

*E. heterophylla* (Figura 1). A redução do número de legumes por planta ocorreu em função da redução do número de ramificações devido à competição (dados não mostrados). Em espécies leguminosas, o número de ramificações condiciona o desenvolvimento de flores e de vagens.

Embora o montante de redução nesse componente seja acumulativo com o aumento da densidade de *E. heterophylla*, resultando em decréscimos maiores nas densidades mais elevadas, nas menores densidades a redução do número de legumes de feijão por planta de *E. heterophylla* foi mais acentuada. Na semeadura antecipada em relação ao feijoeiro, o número médio de legumes por planta foi de 7,7, ao passo que na semeadura simultânea das espécies foi de 9,1, correspondendo a uma redução de aproximadamente 15% na semeadura antecipada de *E. heterophylla*.

Em ambas as épocas de semeadura de *E. heterophylla* (12 dias antes e no dia da semeadura do feijão), o modelo da hipérbole retangular proporcionou bom ajuste entre perda de rendimento de grãos e densidade de *E. heterophylla* (Tabela 1 e Figura 2). A perda de rendimento de grãos de feijão foi maior com a elevação das densidades e quando a semeadura de *E. heterophylla* ocorreu antes da cultura.

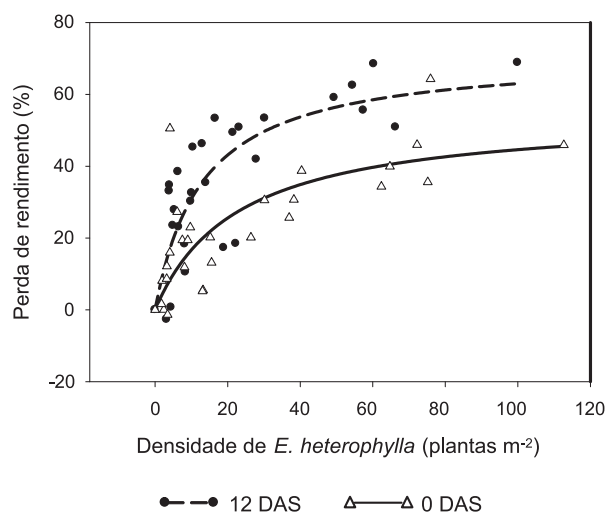
Os valores de A (assíntota máxima) foram elevados (Tabela 1): de 71% na época de 12 DAS e de 55% na época de semeadura das daninhas simultaneamente à da cultura. Aos 12 DAS, o valor de  $D_{50}$  (infestação de *E. heterophylla* que reduz a produção da cultura em 50%) foi de 13 plantas m<sup>-2</sup>, enquanto na implantação simultânea foi de 23 plantas m<sup>-2</sup> (Tabela 1), o que pode ser explicado pela maior competitividade das plantas de *E. heterophylla* na época de 12 DAS.

Os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) indicam boa capacidade de previsão de perdas de rendimento do feijoeiro por meio das equações de regressão (Tabela 1) e, portanto, suportam a utilização do modelo para estimar o valor do parâmetro “i”, também denominado nível crítico de dano (NCD) (Vidal et al., 2010). O NCD, que representa a perda percentual para cada unidade de planta daninha, obtido pela razão entre A e  $D_{50}$ , foi de aproximadamente

**Tabela 1** - Parâmetros das equações do modelo de hipérbole retangular para determinar a perda percentual do rendimento de grãos do feijoeiro causada por *E. heterophylla* quando implantada em diferentes épocas em relação ao feijoeiro (12 e 0 DAS), 2011

Época de semeadura <i>E. heterophylla</i> <sup>1/</sup>	Parâmetros da equação <sup>2/</sup>			
	A	D <sub>50</sub>	i	R <sup>2</sup> <sup>3/</sup>
12 DAS	71,2 (8,6) <sup>4/</sup>	13,0 (4,3)	5,5	0,80
0 DAS	54,8 (10,6)	22,8 (11,3)	2,4	0,74

<sup>1/</sup> DAS = dias antes da semeadura do feijão. <sup>2/</sup> Equação hiperbólica ( $y=(A*d)/(D_{50}+d)$ ), em que y = dados normalizados para porcentagem de perda do rendimento em relação à testemunha não infestada; A = assíntota máxima; d = densidade da infestante (variável independente); D<sub>50</sub> = densidade em que ocorre 50% da perda de rendimento; i = A/D<sub>50</sub> = nível crítico de dano, isto é, perda percentual no rendimento devido ao efeito de cada planta (valor da tangente à hipérbole na densidade 0). <sup>3/</sup> Coeficiente de determinação da regressão. <sup>4/</sup> Valores entre parênteses indicam erro-padrão da estimativa do parâmetro.



**Figura 2** - Porcentagem de perdas de rendimento de feijão em função de diferentes densidades e épocas de semeadura de *E. heterophylla* em relação à semeadura do feijão, calculada através do modelo da hipérbole retangular. 2011.

2,4 e 5,5, para implantação simultânea e 12 DAS, respectivamente (Tabela 1). Nesse caso, verificou-se que o impacto de cada planta daninha foi maior na época de semeadura de 12 DAS quando comparado com a semeadura no mesmo período que o feijão (0 DAS), devido à maior competitividade das plantas de *E. heterophylla* que emergiram antes da cultura do feijoeiro.

As menores perdas de rendimento de grãos de feijão observadas na implantação simultânea ocorreram devido à existência de condições mais favoráveis ao desenvolvimento das plantas cultivadas, em comparação à época de 12 DAS (Figura 2). A redução no rendimento da cultura com o aumento da densidade das infestantes e sob emergência antecipada

das plantas daninhas também foi constatada por outros autores. Por exemplo, *Urochloa plantaginea* afetou negativamente dois cultivares de feijão comum, reduzindo o rendimento de grãos, o número de legumes m<sup>-2</sup>, o número de grãos por legume e a massa do grão (Kalsing & Vidal, 2010). Plantas de *U. plantaginea* emergidas oito dias antes do feijoeiro provocaram perda de rendimento de 70%, porém, quando emergidas dez dias após a emergência da cultura, resultaram em queda de rendimento de apenas 5% (Passini, 2001).

A relação de dependência entre a perda de rendimento de grãos de feijão e o período de tempo entre a semeadura de *E. heterophylla* e a da cultura resulta em aplicações práticas. Inicialmente, indica a necessidade de adoção de práticas de manejo eficazes para eliminar as espécies daninhas antes da semeadura da espécie cultivada. Operações de controle químico sequenciais (dessecação em pré-semeadura) são capazes de proporcionar condições adequadas para implantação da cultura livre de plantas daninhas, além de outros benefícios, como fornecer período de tempo para a decomposição de espécies de cobertura com relação C/N mais elevada, reduzindo a imobilização de N para a cultura seguinte (Silva et al., 2006). Também, outras práticas não químicas, como a utilização de plantas de cobertura do solo, podem ser empregadas para redução das infestações no período que antecede a implantação da cultura do feijão (Balbino Jr. et al., 2009). Outra aplicação prática decorrente é que falhas de controle de plantas daninhas em operações de dessecação com apenas uma aplicação de herbicidas podem representar perdas significativas de rendimento de grãos se não houver



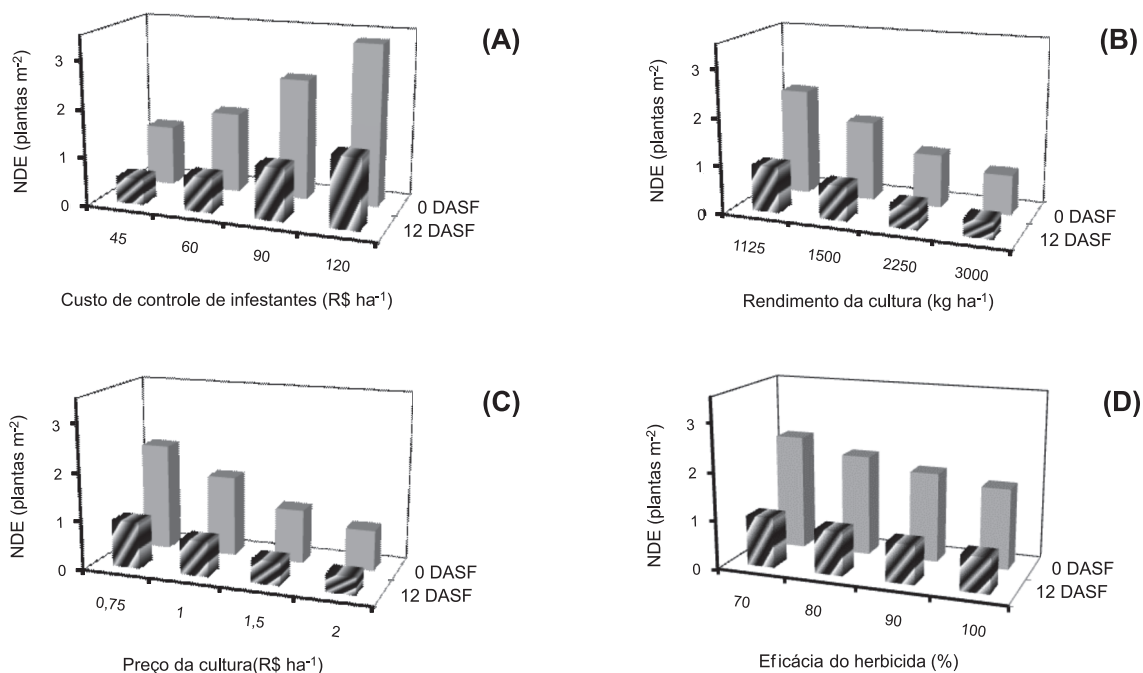
complementação com herbicidas pós-emergentes eficazes.

Observou-se, de maneira geral, que o NDE variou de 0,3 a 3,3 plantas de *E. heterophylla* por  $m^{-2}$  (Figura 3), sendo influenciado pela época de semeadura dessa espécie, potencial de rendimento da cultura, preço obtido na comercialização, custo do controle e eficiência do herbicida no controle de *E. heterophylla* (Figura 3). Sem dúvida, o intervalo de tempo entre a semeadura de *E. heterophylla* e a do feijão determinou grande impacto sobre o NDE (Figura 3). Entre as épocas de implantação de *E. heterophylla*, em relação à semeadura do feijão, os valores de NDE apresentaram variação de 44%. Considerando os vários cenários de potencial de rendimento da cultura e de custos de controle de plantas daninhas, o NDE foi muito baixo nas implantações precoces de *E. heterophylla* e atingiu os máximos valores nas implantações mais tardias (Figura 3).

Os resultados estão de acordo com os obtidos por Rizzardi (2002), com plantas de picão-preto e guanxuma, na cultura da soja. Isso é explicado pelos valores do parâmetro “i”,

ou seja, plantas de *E. heterophylla* que emergiram antes da cultura (12 DAS) apresentaram maior competitividade com o feijão (maior valor de *i*), quando comparadas com a semeadura simultânea à cultura do feijão.

O aumento do potencial de rendimento da cultura do feijão e do preço a ser recebido pelo produto colhido resulta em redução nos valores de NDE (Figura 3). Considerando-se a magnitude de variação do potencial de rendimento e do preço da cultura simulados, os NDEs foram reduzidos em 63%, quando se compararam os maiores com os menores valores estimados (Figura 3). Assim, pode-se afirmar que, em situações com alto potencial produtivo e boa expectativa de preço do produto colhido, torna-se mais econômico o controle sob baixa população de plantas de *E. heterophylla*. Alternativamente, em situações com expectativa de baixo potencial produtivo e menores preços do produto colhido, podem-se tolerar maiores densidades de plantas de *E. heterophylla* para o seu controle ser economicamente viável. Convém salientar que ambas as variáveis estão parcialmente fora do controle do técnico e do agricultor, pois o rendimento da cultura



**Figura 3** - Nível de dano econômico (NDE) de *E. heterophylla* na cultura do feijão em função do (A) custo de controle de infestantes, (B) potencial de rendimento de grãos, (C) preço pago à cultura e (D) eficiência do herbicida. 2011.

do feijão pode variar de acordo com as condições climáticas, a fertilidade do solo e o manejo utilizado durante o desenvolvimento da cultura, enquanto os preços praticados na região variam de acordo com o mercado interno, a quantidade em estoque de produto, a relação oferta/demanda e a qualidade do produto final.

Com o aumento da eficiência do herbicida no controle de plantas daninhas, mantendo-se os demais fatores fixos, diminuiu-se o NDE (Figura 3), ou seja, quanto menor a eficiência do herbicida, necessita-se de maiores densidades de plantas de *E. heterophylla* para justificar o controle. Considerando-se a magnitude de variação da eficiência do herbicida, os NDEs foram reduzidos em 30% quando se compararam os maiores com os menores valores estimados (Figura 3).

Elevado custo de controle das plantas daninhas só é economicamente viável sob elevada densidade de infestantes. Considerando-se a faixa de custos de controle de infestantes simulados, os NDEs foram reduzidos em 37% quando se compararam os maiores com os menores valores estimados (Figura 3).

Independentemente das simulações realizadas, o NDE de *E. heterophylla* na cultura do feijão foi muito baixo (< 3,3 plantas m<sup>-2</sup>). Isso foi interpretado pelos autores como indicativo da necessidade da gestão dessa espécie mesmo antes da sementeira da cultura do feijão, sob risco de perdas econômicas devido à mato-interferência. Entre as medidas de manejo da infestante antes da sementeira, podem-se destacar rotações de cultura, para reduzir o banco de sementes, ou herbicidas residuais, para minimizar a emergência de *E. heterophylla* no feijoeiro (Jaremtchuk et al., 2009).

Conclui-se que as perdas de rendimento de feijão aumentaram de forma diretamente proporcional à elevação na densidade de plantas de *E. heterophylla*. A implantação simultânea entre espécie cultivada e daninha resultou em perda máxima de 48% no rendimento de grãos de feijão, ao passo que a sementeira de *E. heterophylla* 12 dias antes do feijão resultou em perda de 60% no rendimento de grãos. O número de legumes por planta

foi o principal componente do rendimento afetado pela interferência.

Os aumentos na perda de rendimento por unidade de planta daninha, no rendimento da cultura, na eficiência do herbicida e no valor do produto colhido diminuíram os valores dos níveis de dano econômico. No entanto, o aumento do custo de controle de plantas de *E. heterophylla* incrementou os valores do nível de dano econômico.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, CAPES e UTFPR, pela concessão de bolsas e pelo auxílio financeiro.

## LITERATURA CITADA

BALBINO JR., A. A. et al. Desempenho da cultura do feijão após diferentes formas de uso do solo no inverno. **Ci. Rural**, v. 39, n. 08, p. 2340-2346, 2009.

BHERING, S. B. et al. **Mapa de solos do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: Embrapa/IAPAR, 2008. 74 p.

COBLE, H. D.; MORTENSEN, D. A. The threshold concept and its application to weed science. **Weed Technol.**, v. 6, n. 1, p. 191-195, 1991.

CURY, J. P. et al. Produção e partição de matéria seca de cultivares de feijão em competição com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 29, n. 1, p. 149-158, 2011.

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press, 1981. 1262 p.

GLASS, E. H. **Integrated pest management: Rationale, potential, needs and implementation**. College Park: Entomological Society of America, 1975. p. 75-102.

HAMBY, D. M. A review of techniques for parameter sensitivity analysis of environmental models. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.32, n. 1, p.135-154, 1994.

IAPAR. **Principais características das cultivares de feijão com sementes disponíveis no mercado**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1363>>. Acesso em: 12 jul. 2014.

JAREMTCHUK, C. C. et al. Efeito residual de flumioxazin sobre a emergência de plantas daninhas em solos de texturas distintas. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 191-196, 2009.



- KALSING, A.; VIDAL, R. A. Nível de dano econômico de *Brachiaria plantaginea* na cultura do feijão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. **Resumos...** Ribeirão Preto: SBCPD, 2010. p. 2534-2538.
- KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Bernardo do Campo: Basf., 1999. p. 152-156, 278-284.
- KOZLOWSKI, L. A. et al. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do feijoeiro-comum em sistema de semeadura direta. **Planta Daninha**, v. 20, n. 2, p. 213-220, 2002.
- LINDQUIST, J. L.; KROPFF, M. J. Application of an ecophysiological model for irrigated rice (*Oryza sativa*) - *Echinochloa* competition. **Weed Sci.**, v. 44, n. 01, p. 52-56, 1996.
- NORRIS, R. F. Ecological implications of using thresholds for weed management. **J. Crop Product.**, v. 2, n. 1, p. 31-38, 1999.
- OERKE, E. C. Crop losses to pests. **J. Agric. Sci.**, v. 144, n.01, p. 31-43, 2006.
- PASSINI, T. **Competitividade e predição de perdas de rendimento da cultura de feijão quando em convivência com *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc.** 2001. 128 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2001.
- RIZZARDI, M. A. **Nível de dano econômico para tomada de decisão no controle de picão-preto (*Bidens pilosa*) e guanxuma (*Sida rhombifolia* L.) na cultura da soja.** 2002. 176 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.
- SALGADO, T. P. et al. Interferência das plantas daninhas no feijoeiro carioca. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 443-448, 2007.
- SILVA, P. R. F. et al. Estratégias de manejo de coberturas de solo no inverno para cultivo do milho em sucessão no sistema semeadura direta. **Ci. Rural**, v. 36, n. 3, p. 1011-1020, 2006.
- VIDAL, R. A. et al. Nível crítico de dano (NCD) de infestantes na cultura de feijão. In: VIDAL, R. A. et al. **Nível crítico de dano de infestantes em culturas anuais**. Porto Alegre: Evangraf, 2010. p. 32-38.

