

SELETIVIDADE DE CARFENTRAZONE-ETHYL AOS MILHOS DOCE E NORMAL

DÉCIO KARAM¹, JOSÉ FRANCISCO R. LARA², PAULO CÉSAR MAGALHÃES¹, ISRAEL ALEXANDRE PEREIRA FILHO¹, MICHELLE B. CRUZ³.

¹Pesquisadores, Embrapa Milho e Sorgo. Rod. MG 424, Caixa Postal 151, CEP. 35701-970 Sete Lagoas, MG. E-mail: karam@cnpms.embrapa.br (autor para correspondência)

²EPAMIG, Sete Lagoas, MG.

³Graduanda em Ciências Biológicas - Unicentro Izabela Hendrix, Belo Horizonte, MG.

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.3, n.1, p.62-68, 2004

RESUMO - Com o objetivo de avaliar a seletividade de carfentrazone-ethyl, herbicida pós-emergente com ação de inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), sobre cultivares de milho normal e doce, foram instalados experimentos sob condições de casa de vegetação, na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG. Os experimentos foram dispostos em blocos casualizados, com quatro repetições. Foram realizadas avaliações visuais de fitotoxicidade aos 7 e 14 dias após a aplicação (DAA) do herbicida e acúmulo de matéria seca aérea, aos 14 DAA. No primeiro ensaio, utilizaram-se cinco cultivares de milho normal (SHX 4001; AS 1533; DKB 747; 30 F 98; CD 302;), cinco de milho doce (HT - 1; BR 400; HT - 3; BR 401; BR 402) e duas doses de carfentrazone-ethyl (12,5 e 25,0g ha⁻¹). O maior índice de fitotoxicidade observado não ultrapassou 20%, sendo as cultivares 30 F 98 e CD 302 as mais sensíveis. Não foi detectada diferença significativa para o acúmulo de matéria seca aérea. Em outro ensaio, foi avaliado o efeito de doses de carfentrazone-ethyl (3,13; 6,25; 12,5; 25,0; 50,0; 100,0; 200,0g ha⁻¹) na cultivar BRS 3060. Nas avaliações de fitotoxicidade, aos 7 e 14 DAA, e para o acúmulo de matéria seca aérea, aos 14 DAA, foram realizadas análises de regressão. Todas as regressões apresentaram coeficientes de determinação superiores a 0,74, demonstrando haver boa correlação entre as doses e os parâmetros analisados. Os maiores índices fitotóxicos não ultrapassaram 40%, independente da avaliação realizada. Carfentrazone-ethyl a 50g ha⁻¹ reduziu o acúmulo de matéria seca aérea em aproximadamente 7%. Pode-se concluir que carfentrazone-ethyl apresenta boa seletividade para as cultivares estudadas, podendo ser mais uma opção para controle de plantas daninhas na cultura do milho.

Palavras-chave: fitotoxicidade, herbicida, LD₅₀, dose resposta, *Zea mays*

CARFENTRAZONE-ETHYL SELECTIVITY FOR NORMAL AND SWEET CORN

ABSTRACT - The objective of this work was to evaluate the selectivity of carfentrazone-ethyl, a post emergence herbicide that inhibits a protoporphyrinogen oxidase (Protox) for normal and sweet corn. Experiments were set up at Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG under greenhouse conditions. The experiments were carried out in a completely randomized block design with four replications. Evaluations of visual injury symptoms were done at 7 and 14 days after herbicide application (DAA), and of shoot dry matter at 14 DAA. In the first experiment, five normal corn cultivars (SHX 4001, AS 1533, DKB 747, 30 F 98, CD 302), five sweet corn cultivars (HT 1, BR 400, HT 3, BR 401, BR 402), and two carfentrazone-ethyl

rates (12.5 and 25.0 g ha⁻¹) were tested. The injury level observed was not greater than 20%. The cultivars 30 F 98 and CD 302 were the most susceptible ones. It was not detected any significant differences to shoot dry matter. In another experiment, the response of the cultivar BRS 3060 to carfentrazone rates (3.13; 6.25; 12.5; 25.0; 50.0; 100.0; 200.0 g ha⁻¹) was tested. Regression analyses were done considering injury levels (7 and 14 DAA) and shoot dry weight (14 DAA) against carfentrazone-ethyl rates. The coefficient of determination of the regressions was higher than 0,74, showing good relationship between rates and injury level or shoot dry weight. The injury level observed was not higher than 40%. Carfentrazone-ethyl at 50 g ha⁻¹ reduced about 7% of the shoot dry weight. The results indicate that carfentrazone-ethyl have acceptable selectivity to control weeds on corn.

Key words: phytotoxicity, herbicide, LD₅₀, dose response, *Zea mays*

O milho, um dos cereais mais plantados no Brasil, apresentou produtividade média de 3.128 kg ha⁻¹ na 1ª safra (verão), em 2001/02, e de 2.153 kg ha⁻¹ na 2ª safra (safrinha), em 2002, produtividades estas consideradas baixas (Conab, 2003). Entre os fatores redutores de produtividade, destacam-se as plantas daninhas, que são responsáveis por perdas que variam de 12% a 32% no rendimento da cultura (Cruz & Ramalho, 1983; Rossi *et al.*, 1996), podendo alcançar índices superiores a 75%, quando em convivência com 160 plantas de *Brachiaria plantaginea* por m² (Spader & Vidal, 2000).

O período crítico de competição, ou seja, quando os efeitos das plantas infestantes efetivamente causam prejuízo à cultura, é variável em função de alguns fatores, tais como a espécie e densidade das plantas infestantes, o genótipo da cultura e as condições ambientais. Para a cultura do milho, o período de competição tem sido relatado entre 15 e 56 dias (Hall *et al.*, 1992).

Entre as alternativas de controle das plantas infestantes na cultura do milho, o uso de herbicidas seletivos tem-se destacado nos últimos anos. Entretanto, o uso indiscriminado dos mesmos tem ocasionado efeitos indesejáveis, como a fitotoxicidade à cultura. A seletividade de espécies vegetais depende da capacidade de tolerância destas aos herbicidas, sendo que essa tolerância baseia-se na capacidade de degradação ou metabolização dos

herbicidas em produtos não tóxicos nas plantas. No entanto, muitas vezes, essa tolerância pode variar em função da dose do herbicida e das condições do ambiente (Radosevich *et al.*, 1997).

Entre os herbicidas registrados para a cultura do milho encontra-se o carfentrazone-ethyl, pertencente ao grupo químico das aril-triazolinonas, classificado como pós-emergente. Seu modo de ação consiste na inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), envolvida na biossíntese da clorofila, resultando no acúmulo de protoporfirinogênio IX (PPIX) no citoplasma (Sherman *et al.*, 1991; Dayan *et al.*, 1997). Na presença de luz, PPIX forma oxigênio singleto, que é responsável pela morte das plantas através da peroxidação das membranas (Devine *et al.*, 1993). Devido a essa ação, os sintomas de fitotoxicidade podem ser observados dentro de poucas horas após a aplicação, sendo a morte da planta constatada em uma semana (Daylan *et al.*, 1997).

A seletividade detectada nas plantas devido à aplicação de carfentrazone-ethyl deve-se ao metabolismo de detoxificação desse composto químico (Daylan *et al.*, 1997). Poucos são os trabalhos encontrados na literatura sobre a seletividade de carfentrazone-ethyl à cultura do milho. Entretanto, alguns estudos demonstrando a tolerância diferenciada dessa cultura a diferentes herbicidas foram publicados por Damião Filho *et al.* (1996), Green (1998) e Pereira Filho *et al.* (2000).

Diante da carência de informações sobre a seletividade de carfentrazone-ethyl sobre a cultura de milho, realizou-se este trabalho, na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, visando avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses de carfentrazone-ethyl em cinco cultivares de milho doce e cinco de milho normal.

Material e Métodos

Experimentos foram conduzidos em condições de casa de vegetação, na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG. Vasos com capacidade de 1,0L foram preenchidos com terra proveniente da camada superficial de um Latossolo Vermelho distrófico, textura argilosa (LVd). A adubação foi realizada baseando-se em análise do solo. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo que cada vaso contendo uma planta de milho foi considerado como uma unidade experimental. Os herbicidas foram aplicados através de pulverizador pressurizado a CO₂, operando à pressão constante de 40lb pol⁻², munido de bico Teejet 110-02 e consumo de calda de 180L ha⁻¹. Avaliações visuais de fitotoxicidade foram realizadas tomando-se como referência a escala de 0 (nenhum sintoma) a 100% (morte ou dano total das plantas). Análise de variância e teste de Tukey a 5% para comparação de médias foram realizadas de acordo com Steel *et al.* (1997). Análises de regressão foram realizadas para interpretação do efeito de doses de carfentrazone-ethyl, utilizando-se a equação hiperbólica descrita a seguir:

$$Y = (A * D) / (B + D)$$

em que *Y* é a resposta ou efeito do tratamento herbicida, *A* e *B* são coeficientes da equação e *D* corresponde à dose de carfentrazone-ethyl.

Seletividade

Foram instalados dois experimentos, nas datas de 02 e 14 de janeiro de 2002, onde foram

utilizadas cinco cultivares de milho doce e cinco de milho normal, conforme pode ser verificado na Tabela 1. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 10 x 2, sendo dez cultivares e duas doses de carfentrazone-ethyl. As cultivares foram pulverizadas com o herbicida nas doses de 12,5 e 25,0g ha⁻¹. A interação das cultivares com as doses do herbicida foram comparadas com plantas de milho não pulverizadas (testemunha). As avaliações de fitotoxicidade foram realizadas aos 7 e 14 dias após a aplicação (DAA). Aos 14 DAA, as plantas de milho foram cortadas rente ao solo, colocadas para secar em estufa de circulação forçada a 65°C e pesadas até peso constante, para obtenção do acúmulo de matéria seca da parte aérea.

Resposta à dose de carfentrazone-ethyl

Para a obtenção da resposta de milho ao carfentrazone-ethyl, foram também instalados dois experimentos, nas datas de 18 e 25 de janeiro de 2002. Foi utilizada a cultivar de milho BRS 3060, a qual foi pulverizada com sete doses de carfentrazone-ethyl (3,13; 6,25; 12,50; 25,00; 50,00; 100,00 e 200,00 g ha⁻¹). As avaliações de fitotoxicidade foram realizadas aos 7 e 14 DAA. Aos 14 DAA foi realizada, conforme procedimento dos experimentos de seletividade, análise do acúmulo de matéria seca da parte aérea.

TABELA 1. Cultivares de milho doce e normal utilizadas para avaliação de seletividade ao herbicida carfentrazone-ethyl. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, 2002.

Milho Doce	Milho Normal
HT 1	SHX 4001
BR 400	AS 1533
HT 3	DKB 747
BR 401	30 F 98
BR 402	CD 302

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de Bartlett, que indicou diferenças entre as variâncias dos experimentos; portanto, os resultados foram analisados separadamente (Steel *et al.*, 1997).

Os maiores índices de fitotoxicidade visual observados foram de aproximadamente 20% e 6%, nos experimentos de seletividade iniciados em 2 de janeiro e repetidos em 14 de janeiro de 2002, respectivamente (Tabela 2). Pelas análises de variância individuais dos experimentos, observa-se apenas o efeito significativo para a interação dose de carfentrazone-ethyl e cultivares para os dois experimentos apenas na dose de 25 g ha⁻¹. Na dose de

12,5 g ha⁻¹, não foi observado efeito significativo entre cultivares. Os níveis de fitotoxicidade visuais observados nas cultivares foram significativos, em ambos os experimentos, para a dose de 25,0 g ha⁻¹, aos 7 DAA, sendo esses índices reduzidos aos 14 DAA. As cultivares 30 F 98 e CD 302 foram as mais sensíveis, diferindo significativamente em tolerância das demais avaliadas. Aos 14 DAA, não foram detectadas diferenças significativas para fitotoxicidade visual entre cultivares, sendo o maior índice (5,1%) observado para a cultivar 30 F 98. Verifica-se que alguns dos milhos normais apresentaram-se mais sensíveis à aplicação de carfentrazone-ethyl. No experimento de 14/01, embora com índices fitotóxicos inferiores aos do experimento iniciado em

TABELA 2. Níveis fitotóxicos observados visualmente em cultivares de milho doce e normal após a aplicação de carfentrazone-ethyl. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, 2002.

Cultivares de milho	Fitotoxicidade (%)			
	02/01/2002 ¹		14/01/2002	
	DAA ²			
	7	14	7	14
Normal				
SHS 4001	6,9 cde ³	3,1 ab	1,5 b	1,0 b
AS 1533	9,4 bc	2,4 b	1,3 b	1,8 b
DK 747	6,3 de	1,1 b	2,1 b	1,4 b
30 F 98	18,8 a	5,1 a	1,8 b	1,5 b
CD 302	16,9 a	2,5 b	3,1 ab	2,3 ab
Doce				
HT 1	10,0 b	1,8 b	5,5 a	3,4 a
BR 400	5,0 e	1,3 b	2,4 b	2,6 ab
HT 3	10,0 b	2,5 b	1,5 b	1,1 b
BR 401	5,0 e	1,1 b	1,0 b	0,3 b
BR 402	8,1 bcd	2,0 b	3,3 ab	2,1 ab
F (%)	19,41	7,64	4,45	4,17
Média cultivar	9,6	2,3	2,4	1,8
Média milho normal	11,7	2,8	2,0	1,6
Média milho doce	7,6	1,7	2,7	1,9

¹Época de plantio dos experimento

²Dias após aplicação

³Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

02/01, diferenças significativas foram detectadas quando da aplicação de carfentrazone-ethyl aos diferentes milhos doce e normal. Os índices fitotóxicos observados neste experimento foram inferiores a 5,5%, considerados não prejudiciais à cultura dos milhos doce e normal.

O acúmulo de matéria seca não foi reduzido significativamente devido ao efeito fitotóxico do herbicida carfentrazone-ethyl, tampouco foi detectada correlação significativa entre índices de fitotoxicidade avaliada aos 7 DAA e o acúmulo de matéria seca, aos 14 DAA, para ambos os experimentos.

Os sintomas visuais de fitotoxicidade observados nos experimentos podem ser visualizados na Figura 1, onde nota-se necrose nas folhas, devido à peroxidação das membranas (Devine *et al.*, 1993). A tolerância das plantas de milho a carfentrazone-ethyl pode estar ligada à menor absorção e/ou à rápida metabolização do herbicida (Thompson & Nissen, 2000). Por isso, não foram verificados elevados índices de injúrias nas plantas de milho. A diferença no índice de injúria causada por carfentrazone-ethyl, nos dois experimentos, pode estar associada às condições de luminosidade e irrigação dos vasos. Resultados obtidos por Thompson

& Nissen (2002) indicam o aumento da fitotoxicidade em milho, soja e trigo devido ao sombreamento anteriormente à aplicação do herbicida e à maior disponibilidade de água no solo e, portanto, na planta.

Os resultados obtidos nos experimentos de dose resposta estão apresentados na Figura 2. A fitotoxicidade visual máxima observada não ultrapassou a 40%, tanto aos 7 quanto aos 14 DAA (Figura 2). Com este resultado, pode-se inferir que, para obter índices de fitotoxicidade superiores a 50%, para a cultivar BRS 3060, seria necessária a aplicação superior a 200g ha⁻¹ de carfentrazone-ethyl. Os índices visuais de fitotoxicidade tornaram-se menos visíveis aos 14 DAA, demonstrando recuperação das plantas do milho ao longo do tempo. Deve-se salientar que, como qualquer herbicida de contato, os sintomas fitotóxicos são agravados em função das condições ambientais no momento da aplicação, tornando-se mais agudos com altas temperatura e luminosidade (Stevan *et al.*, 1991; Devine *et al.*, 1993; Daylan *et al.*, 1997).

Resultado semelhante foi observado para o acúmulo de biomassa seca da parte aérea, confirmando a necessidade de aplicações superiores a 200g ha⁻¹ de carfentrazone-ethyl para que as plantas de milho fossem reduzidas em 50% (Figura 2). A



FIGURA 1. Efeito fitotóxico de carfentrazone-ethyl em plantas de milho, aos dez dias após a aplicação. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, 2002.

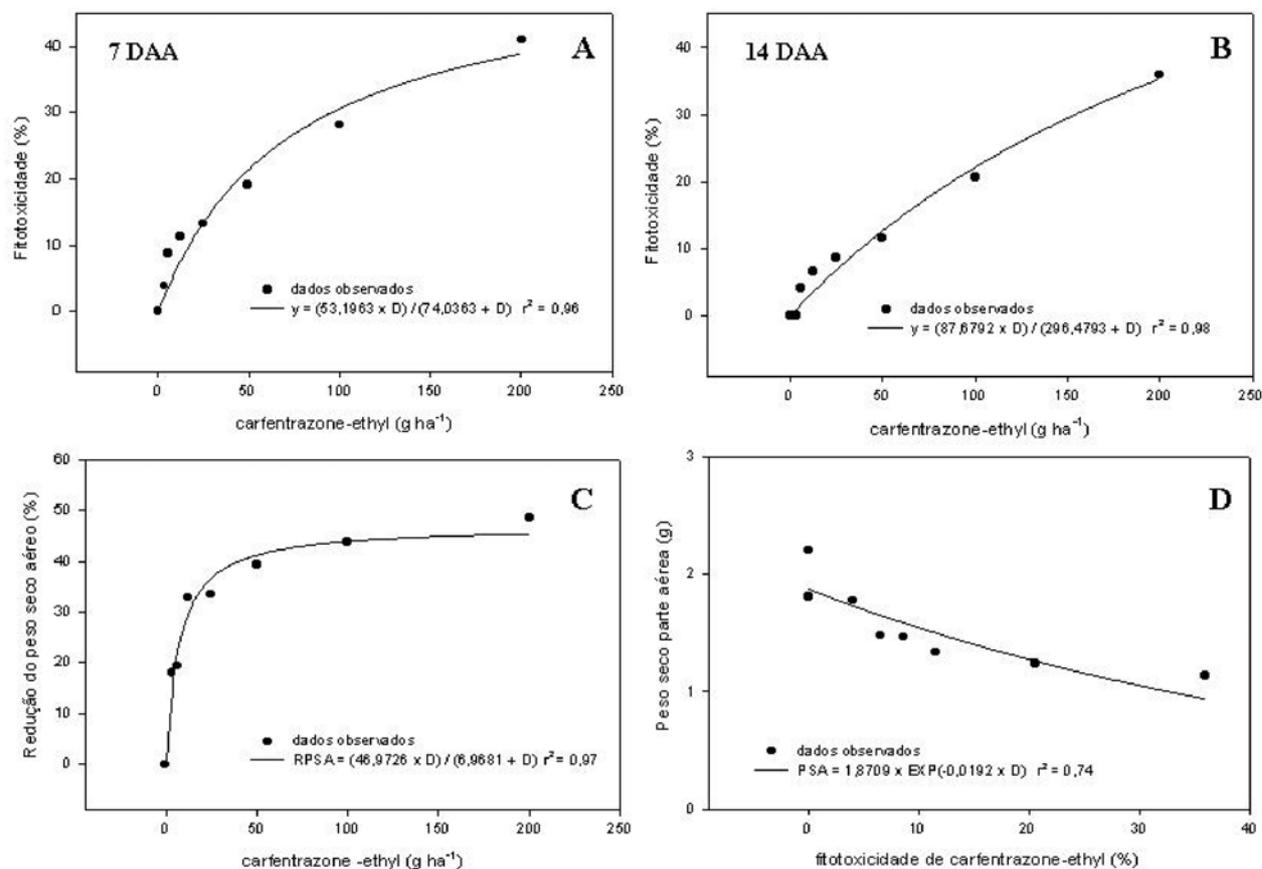


FIGURA 2. Fitotoxicidade visual de carfentrazone-ethyl aos 7 (A) e 14 (B) dias após a aplicação (DAA), redução da matéria seca aérea (C) e peso seco aérea (D), observados na cultivar de milho BRS 3060. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, 2002.

dose registrada e recomendada para a cultura do milho, ou seja, $12,5 \text{ g ha}^{-1}$ de carfentrazone-ethyl, ocasionou reduções aos 14 dias após a aplicação da ordem de 7% na matéria seca aérea das plantas de milho BRS 3060 (Figura 2), indicando que esta cultivar apresenta boa seletividade desse herbicida para esse híbrido.

Conclusões

As cultivares de milho doce e normal são tolerantes a carfentrazone-ethyl, podendo o mesmo ser recomendado para o controle de plantas daninhas nessa cultura.

Literatura Citada

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, CONAB. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 5 jun. 2003.

CRUZ, J. C.; RAMALHO, M. A. P. Tração animal no controle de plantas daninhas na cultura do milho. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Mecanização na cultura do milho**: utilização de tração animal. Sete Lagoas, 1983. p. 24 - 42. (EMBRAPA - CNPMS. Circular Técnica, 09).

- DAMIÃO FILHO, C. F.; MÔRO, F. V., TAVEIRA, L. R. Respostas de híbridos de milho ao nicosulfuron. 1 – Aspectos biológicos e da produção. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 14, n. 1, p. 3-13, 1996.
- DAYLAN, F. E.; DUKE, S. O.; WEETE, J. D.; HANCOCK, H. G. Selectivity and mode of action of carfentrazone-ethyl, a novel phenyl triazolinone herbicide. **Pesticide Science**, Oxford, v. 51, n. 1, p. 65-73 1997.
- DEVINE, M. D.; DUKE, S. O.; FEDTKE, C. Oxygen toxicity and herbicidal action. In: DEVINE, M. D.; DUKE, S. O.; FEDTKE, C. **Physiology of herbicide action**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1993. p. 177-188.
- GREEN, J. M. differential tolerance of corn (*Zea mays*) inbreds to four sulfonyurea herbicides and bentazon. **Weed Technology**, Lawrence, v. 12, p. 474-477, 1998
- HALL, M. R.; SWANTON, C. J.; ANDERSON, G. W. The critical period of weed control in grain corn (*Zea mays*). **Weed Science**, Lawrence, v. 40, n. 3, p. 441-447, 1992.
- PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA, M. F.; PIRES, N. M. Tolerância de híbridos de milho ao herbicida nicosulfuron. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 18, n. 3, p. 479-482, 2000.
- RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. Herbicide symptoms and selectivity. In: RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed Ecology: implications for management**. New York: John Willey, 1997. p. 413 – 425.
- ROSSI, I. H.; OSUMA, J. A.; ALVES, P. L. C. A.; BEZUTE, A. J. Interferência das plantas daninhas sobre algumas características agronômicas e a produtividade de sete cultivares de milho. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 14, n. 2, p. 134-148, 1996.
- SHERMAN, T. D.; BECERRIL, J. M.; MATSUMOTO, H.; DUKE, M. V.; JACOBS, J. M.; JACOBS, N. J.; DUKE, S. O. Physiological basis for differential sensitivities of plant species to protoporphyrinogen oxidase inhibiting herbicides. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 97, p. 280 - 287, 1991.
- SPADER, V.; VIDAL, R. A. Interferência de *Brachiaria plantaginea* sobre características agronômicas, componentes do rendimento e produtividade de grãos de milho. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 18, n. 3, p. 465 - 470, 2000.
- STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. **Principles and procedures of statistics a biometric approach**. New York: McGraw-Hill, 1997. 633 p.
- THOMPSON, W. M.; NISSEN, S. J. Absorption and fate of carfentrazone-ethyl in *Zea mays*, *Glycine max*, and *Abutilon theophrasti*. **Weed Science**, Lawrence, v.48, n. 1, p. 15-19, 2000.
- THOMPSON, W. M.; NISSEN, S. J. Influence of shade and irrigation on the response of corn (*Zea mays*), soybean (*Glycine max*), and wheat (*Triticum aestivum*) to carfentrazone-ethyl. **Weed Science**, Lawrence, v. 16, n. 2, p. 314-318, 2002.