

ENSAIO DE DOSE-RESPOSTA DE CLORPIRIFÓS NO CONTROLE DE LARVA ALFINETE (*Diabrotica speciosa*) (Coleoptera: Chrysomelidae) EM MILHO, APLICADO POR PIVÔ CENTRAL

WULF SCHMIDT¹, DURVAL DOURADO NETO², ANTONIO LUIS FANCELLI², PAULO AUGUSTO MANFRON³

¹Bolsista da CAPES, Eng. Agrônomo, M.Sc., Doutorando pelo Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP. Av. Pádua Dias, 11, CEP 13418 900 Piracicaba, SP –. E-mail: wschmidt@esalq.usp.br.

² Bolsista CNPq, Professor Associado. Departamento de Produção Vegetal, ESALQ/USP. E-mail: dourado@esalq.usp.br.

³ Bolsista CNPq, Professor Titular. Departamento de Fitotecnia. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS. E-mail: manfronp@ccr.ufsm.br.

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.3, n.2, p.153-160, 2004

RESUMO - Visando determinar-se qual seria a dose de clorpirifós, aplicado por insetigação, necessária para o controle de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae), instalou-se um ensaio no município de Nova Fátima (PR), com quatro doses de clorpirifós mais uma testemunha. O produto foi aplicado por injeção direta na base do pivô e os resultados obtidos mostraram diferenças significativas entre os tratamentos, permitindo concluir-se que (i) a aplicação de clorpirifós por insetigação é viável para o controle dessa praga e (ii) que a dose necessária para se atingir nível de controle (para nível de dano econômico igual ou menor que 2,5 na escala), é de 961 g de clorpirifós.ha⁻¹.

Palavras-chave: quimigação; inseticida; insetigação, *Zea mays* L.

DOSE-RESPONSE OF CHLORPYRIFOS TO CONTROL CORN ROOTWORM (*Diabrotica speciosa*) (Coleoptera: Chrysomelidae) IN CORN WHEN APPLIED THROUGH CENTER PIVOT

ABSTRACT - To determine which would be the rate of chlorpyrifos, applied through center pivot and to control corn rootworm, a trial was installed in 1995 in Nova Fátima, (PR) - Brazil, with four rates of chlorpyrifos plus the untreated. The product was injected at the center pivot base through a diaphragm injection pump, and results showed significant treatment differences which allowed to conclude that (i) chlorpyrifos is effective to control corn rootworm when applied through insectigation and that (ii) the rate needed to achieve maximum root damage of 2,5 (in a 1-6 scale) is 961 g of chlorpyrifos per hectare.

Key words: chemigation; insecticide; insectigation, *Zea mays* L.

Insetigação é a aplicação de inseticidas por meio da água de irrigação (Johnson *et al.*, 1986; Costa *et al.*, 1994; Schmidt, 2003). No Brasil, há cerca de 652.000 ha irrigados por pivôs

centrais (Christofidis, 2002), e a prática de aplicar produtos químicos via água de irrigação tem-se difundido rapidamente, devido principalmente a sua eficácia e menor custo de aplicação (Schmidt, 2003).

O gênero *Diabrotica* contém cerca de 338 espécies (Nakano *et al.*, 2001, Gassen, 1996) sendo que, no Brasil, predomina a espécie *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824). Praga polífaga, que na forma adulta, ataca feijão, milho, batata, soja, fruteiras, hortaliças e mais de 40 outras espécies (Gassen, 1993 citado por Nakano *et al.*, 2001; Marques *et al.*, 1999) causando desfolha, enquanto que, na forma jovem, ataca raízes e tubérculos sendo então denominadas de larva-alfinete (Gallo *et al.*, 1988). Os danos decorrentes do ataque às raízes de milho vão desde o tombamento (dificulta a colheita aumentando as perdas) à perda da capacidade de absorção de água e nutrientes pelo menor volume de raízes. A sua crescente importância é função: (i) do aumento na área cultivada sob sistema de plantio direto que pelo não revolvimento do solo não expõe as larvas ao sol, e (ii) da semeadura quase ininterrupta de milho no país.

A larva alfinete (*Diabrotica* spp.) é tida como a principal praga infestante de milho nos Estados Unidos (Metcalf, 1986) onde ocorrem várias espécies do gênero, cujos danos às raízes foram estudados por Peters & Eiben e descrita por Hills & Peters (1971), que estabeleceram uma escala de dano de um a seis, onde um (1) significa nenhum dano e seis (6) seria a destruição total do sistema radicular. Segundo Turpin *et al.* (1976) e Mayo (1984), danos nas raízes de 2,5 a 3,0 nessa escala têm sido utilizados como sendo o nível de dano econômico (NDE). Sutter *et al.* (1989) comentam que apenas quando o dano alcança níveis entre 4,0 e 5,0 se justificaria o controle econômico com inseticidas, porém Davis (1994) considera níveis menores (2,5 a 3,0) para culturas com maior valor agregado como silagem, milho doce e cultura irrigada, cujos níveis de produtividade esperados são mais elevados.

Marques *et al.* (1999), em um ensaio em vaso, visando avaliar o nível de dano em função

de diferentes densidades de infestação, obtiveram redução significativa na massa seca de raízes quando a população de *Diabrotica speciosa* foi de 40 larvas por planta. Essa foi a menor densidade testada, e os autores concluíram que infestações menores que essa já causariam dano econômico à cultura de milho. Entretanto, a percepção pelos produtores da importância econômica dessa praga, no entanto, ainda é restrita, sendo o seu sintoma de ataque (“pescoço de ganso”), freqüentemente confundido com aqueles causados por ventos, excesso de adubação, podridões de colmo, característica genética, dentre outros.

Vários produtos têm sido reportados no controle químico de várias espécies do gênero *Diabrotica*, dentre eles o clorpirifós. O uso desse inseticida via inseticação para o controle dessa e de outras pragas tem sido referência constante na literatura internacional (Chalfant *et al.*, 1987; Currier & Witkowsky, 1988 e 1990; Brandenburg & Herbert, 1991). A sua efetividade nessa modalidade de aplicação deve-se: (i) a sua baixa solubilidade em água (1,2 ppm a 20 °C) e alta solubilidade em solventes orgânicos, que lhe confere uma excelente uniformidade de distribuição quando insetigado (Schmidt, 2003), e (ii) a sua permanência no solo, função de seu elevado coeficiente de adsorção ($K_{oc} = 16,2$), característica fundamental no controle da larva alfinete que, segundo Gassen (1996), oviposita no solo junto às plantas de milho de duas a quatro semanas após a semeadura, sendo o desenvolvimento larval, e o consequente dano, observado entre quatro e sete semanas, prazo esse que o inseticida deve persistir no solo para que alcance efetividade de controle.

A proteção de sementes tratadas com inseticidas persiste apenas duas a três semanas após a semeadura, razão pela qual não se têm mostrado eficiente no controle dessa praga. Viana &

Marochi (1994, 2002), em trabalho conduzido na região de Ponta Grossa/PR na safra 92/93 e 93/94, com tiodicarbe, fipronil, imidacloprid, furatiocarbe e fipronil + tiodicarbe confirmaram a ineficiência desses produtos quando aplicados como tratamento de sementes. Ainda nesse trabalho observaram excelente controle dessa praga por clorpirifós e outros inseticidas, quando pulverizado ou aplicado na formulação granulada ao sulco de semeadura, que é a forma padrão de aplicação para o controle da larva alfinete.

Pela característica da praga, os tratamentos pós-semeadura são difíceis de ser posicionados junto às raízes do milho onde ocorre o dano, não se apresentando ainda alternativa para um eventual controle. O único modo de aplicação eficiente pós-emergente é a insetigação (Young, 1982; Michels & Chedester, 1983; Peters & Lowry, 1991), pois a lâmina de água aplicada simultaneamente ao inseticida arrasta o mesmo até a zona do sistema radicular. O objetivo desse trabalho foi estabelecer a dose efetiva de clorpirifós para a proteção da cultura de milho pelo controle da larva alfinete, quando aplicado por insetigação (pivô central).

Materiais e Métodos

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições, sendo cada parcela constituída de uma seção de círculo com 53 m de perímetro e 380 m de raio molhado.

Os tratamentos testados foram: clorpirifós (concentrado emulsionável com 480 gramas do ingrediente ativo por litro) a 288, 576, 1.152, e 2.304 g.ha⁻¹ do ingrediente ativo, além de uma testemunha. Um tratamento padrão não foi incluído por não existir produto registrado para essa praga, nessa modalidade de aplicação, até essa data (Andrei, 1999).

O experimento foi instalado em uma área irrigada por pivô central na Fazenda Canadá,

município de Nova Fátima (PR), em latossolo roxo, contendo 81% de argila, 16% de silte, 3% de areia, teor de matéria orgânica de 3,12 %, pH em CaCl₂ de 5,2 e CTC total de 13,73 meq.100cm⁻³, em condição de plantio direto sobre resteva de soja.

O híbrido de milho G-600 foi plantado no dia 16 de março de 1995, com 90 cm de espaçamento entre linhas e com 4,8 plantas por metro linear de densidade média. A aplicação do inseticida foi feita no dia 12 de abril de 1995, quando a cultura já se encontrava no estádio fenológico descrito pelo "BBCH code" (Bleiholder *et al.*, 1991) como 12 (duas folhas abertas).

O pivô utilizado foi um Irrigabrás, instalado em 1986, que, com o percentímetro acionado a 100%, apresentava uma velocidade de 0,05 km.h⁻¹, proporcionando uma lâmina média de aplicação de 3 mm (30.000 L.ha⁻¹). A pressão de operação na base do pivô no momento da aplicação era de 151 kPa (22 Lb.Pol²). O inseticida foi injetado na base do pivô, por pressão positiva, que foi fornecida por bomba injetora - dosadora de diafragma (Hydroflo Co). As condições gerais no momento da aplicação são apresentadas na Tabela 1, cujos dados foram coletados no início da aplicação de cada repetição e ao final do ensaio (os dados foram obtidos com instrumentos manuais portáteis):

Para avaliação, foram coletadas 20 plantas ao acaso por parcela, desconsiderando-se a área da parcela abrangida pelo canhão terminal e 10 m de cada lado da linha divisória entre parcelas, por existir, nessa faixa, contaminação de parcelas em função da forma de aplicação. Cada planta teve o seu sistema radicular arrancado juntamente com um cubo de solo de 20 cm de lado, identificada, e lavada em água sob pressão para exposição das raízes e subsequente avaliação de dano. O dano ao sistema radicular foi avaliado

TABELA 1. Dados climáticos na instalação do ensaio.

Descrição	Rep 1 ^(*)	Rep 2	Rep 3	Final
Horário (início de aplicação)	12:45	14:35	16:25	18:35
Temperatura do ar (°C)	16	14	15	18
Temperatura do solo a 10 cm (°C)	20	20	20	20
Umidade relativa (%)	70	73	68	66
Vento: velocidade (km.h ⁻¹)/direção (**)	16/SE	7/SE	16/SE	8/SE

(*)Rep: repetição

(**)Para esse tipo de aplicação a velocidade máxima de vento possível é de 16 km.h⁻¹ (com canhão na ponta), e até 19 km.h⁻¹ sem canhão (Costa *et al.*, 1994)

de acordo com a escala de 1 a 6, desenvolvida por Peters & Eiben e descrita por Hills & Peters (1971).

A população de larvas presente não foi avaliada devido (i) a grande variação espacial e temporal da praga, (ii) a dificuldade em separar e identificar as diferentes espécies de larvas que ocorrem simultaneamente no solo, (iii) grande variação na literatura nos estudos de correlação entre número de indivíduos e nível de dano, e (iv) a dificuldade em se determinar o tamanho, localização em relação à cultura e distribuição das amostras. Todos esses aspectos são discutidos por Fisher & Bergman (1986).

Resultados e Discussão

A Tabela 2 mostra a análise de variância e o teste de comparação de médias do ensaio e avaliação da dispersão dos dados mostrou-se satisfatória não sendo necessária a transformação dos mesmos. Os dados obtidos foram analisados por Tukey a 10 % de nível de significância.

O nível de dano apresentado pela testemunha é bastante próximo àquele descrito por Sutter *et al.* (1990) como sendo de dano econômico (entre 4 e 5 na escala) para a cultura, independentemente de sua destinação final.

A Figura 1 mostra a curva de dose resposta, que é expressa pela equação $Y = 2.814087$

TABELA 2. Estimativa de danos nas raízes causados por *Diabrotica speciosa* em lavoura milho tratada com clorpirifós via inseticação (pivô central). Nova Fátima (PR), 1995.

Tratamentos	Dose (g.ha ⁻¹ de i.a.)	Médias
clorpirifós	288	3,2333 b ⁽¹⁾
clorpirifós	576	2,5500 c
clorpirifós	1.152	2,2167 c
clorpirifós	2.304	2,0000 c
testemunha	-	3,8333 a

⁽¹⁾Tratamentos com mesma letra não diferem entre si a 10 % de probabilidade, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,10$).

$-0.452044 * \ln X$. Com base nessa função, obtivemos as doses relativas ao nível de dano igual a 2,0 e a 2,5 e que estão expressos na Tabela 3.

A forma padrão de aplicação para o controle dessa praga é a pulverização ou distribuição de inseticida granulado no sulco de semeadura. A dose registrada nessa modalidade de aplicação é de 1.200 g.ha^{-1} de clorpirifós o que equivale a uma aplicação em área total (considerando-se uma faixa efetiva de aplicação de 10 cm e um espaçamento entrelinhas da cultura de 90 cm), a uma dose de 10.800 g.ha^{-1} de i.a. ou $22,5 \text{ L.ha}^{-1}$ do produto comercial. Uma vez que a aplicação por insetigação via pivô central será sempre em área total, esperava-se que a dose

efetiva de controle obtida fosse acima da utilizada para aplicação no sulco de semeadura, o que não se verificou, situando-se a dose efetiva obtida muito próxima àquela utilizada para a modalidade convencional de aplicação (Figura 1 e Tabela 3). Esses resultados confirmam os existentes na literatura, de que a insetigação como método de aplicação para o clorpirifós, pode ser o único modo possível para o controle dessa praga em pós-emergência da cultura de milho, o que pode ser explicado pelo arraste pela água de irrigação, para próximo ao sistema radicular, do produto inseticida.

Para se obter um nível de dano ao sistema radicular do milho igual ou menor que 2,5

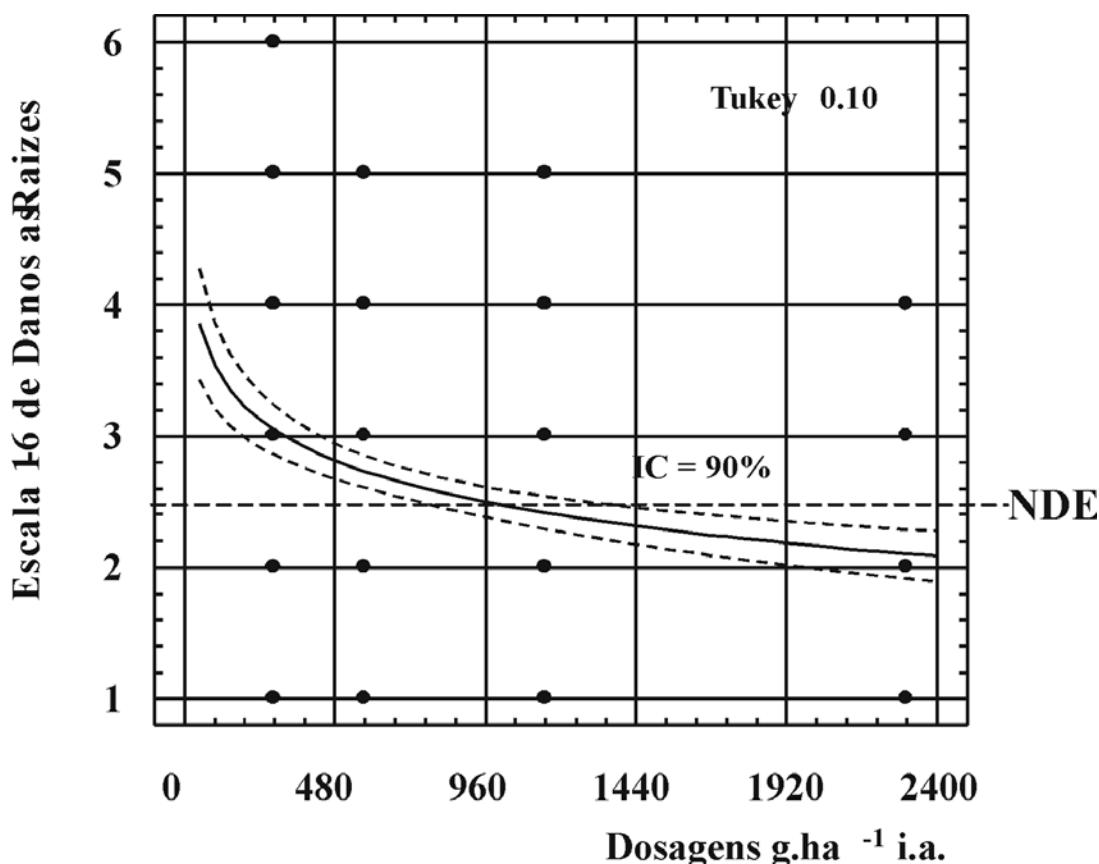


FIGURA 1. Nível de dano por Larva Alfinete (*Diabrotica speciosa*) às raízes de milho aos 70 dias após aplicação. Curva de dose-resposta: $Y = 2,81408 - 0,452044 * \ln X$, onde IC é o intervalo de confiança.

TABELA 3. Relação de dosagem pelo nível de dano obtido pela análise da curva de dose resposta.

Nível de dano (escala de 1 a 6)	Dosagem obtida (g.ha ⁻¹ de i.a.)	Intervalo de confiança (90%)
2.0	2.906,4	1.992,8496 - >>>
2.5	961,6	0.750, 0384 - 1.279,9920

(escala 1-6), seria necessária a aplicação de uma dosagem de 961,6 g.ha⁻¹ de i.a. (750,0384 < X < 1.279,9920), que corresponde a 2,003 L.ha⁻¹ do produto comercial em sua formulação com 480 g.L⁻¹ do ingrediente ativo (Tabela 3). O nível de dano utilizado para a determinação da análise de dose-resposta (2 e 2,5 na escala) é o recomendado por Turpin *et al.* (1976), Mayo (1984) e Davis (1994) para cultura de milho com alto valor agregado ou altas produtividades comuns para a cultura de milho irrigado, e a dose obtida, no presente ensaio, é muito próxima da trabalhada por Viana & Marochi (1994, 2002) onde se obteve excelente controle inseticida como 1.200 g.ha⁻¹ de i.a. equivalentes a 2,5 L. ha⁻¹ do produto comercial na formulação trabalhada.

Conclusões

Pode-se concluir que: (i) a insetigação por pivô central com clorpirifós é uma forma de aplicação viável para o controle de larva alfinete (*D. speciosa*) em pós-emergência da cultura; e, (ii) a dose necessária para que se atinja controle igual ou menor ao nível de dano econômico é de 961,6 g de clorpirifós por hectare.

Agradecimentos

Agradecemos ao Sr. Walter Stroebel e aos funcionários da Fazenda Canadá - Nova Fátima (PR) - pela colaboração na condução desse trabalho de pesquisa.

Literatura Citada

ANDREI, E. (Coord.) **Compêndio de defensivos agrícolas**. 6.ed. São Paulo: Andrei, 1999. 672 p.

BLEIHOLDER, H.; KIRFEL, H.; LANGELÜDDEKE, P.; STAUSS, R. Codificação unificada dos estádios fenológicos de culturas e ervas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 9, p. 1423-1429, 1991.

BRANDENBURG, R. L.; HERBERT JR., D. A. Effect of timing on prophylactic for southern corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) in peanut. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 84, n. 6, p. 1894-1898, 1991.

CHALFANT, R. B.; HALL, M.; SEAL, D. R. Insecticidal control of soil insects of sweet potatoes in the Georgia coastal plain. **Applied Agricultural Research**, New York, v. 2, n. 3, p.152-157, 1987.

CHRISTOFIDIS, D. Irrigação, a fronteira hídrica e a produção de alimentos. **ITEM**, Brasília, n. 54, p. 46-55, 2002.

COSTA, E. F.; VIEIRA, R. F.; VIANA, P. A. (Ed.) **Quimigação: aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS/ Brasília: Embrapa-SPI, 1994. 315 p.

CURRIER, D.; WITKOWSKI, J. F. Reduced rates of chemigated chlorpyrifos for control of european corn borer (Lepidoptera; Pyralidae) on whorl stage corn. **Journal of the Kansas Entomological Society**, Lawrence, v. 61, n. 4, p. 401-405, 1988.

CURRIER, D.; WITKOWSKI, J. F. Residual efficacy of chlorpyrifos 4E applied through center-pivot irrigation system on european corn

- borer (Lepidoptera: Piralidae) larvae. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 83, n. 3, p. 1049-1052, 1990.
- DAVIS, P. M. Comparison of economic injury levels for western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) infesting silage and grain in corn. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 87, n. 4, p. 1086-1090, 1994.
- FISHER, J. R.; BERGMAN, M. K. Field sampling of larvae and pupae. In: KRYSAN, J. L.; MILLER, T. A. (Ed.) **Methods for the study of pest Diabrotica**. New York: Springer-Verlag, 1986. Cap. 6, p. 101-121.
- GASSEN, D. N. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 134 p.
- HILLS, T. M.; PETERS, D. C. A method of evaluating post planting insecticide treatments for control of western corn rootworm larvae. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 64, n. 3, p. 764-765, 1971.
- JOHNSON, A. W.; YOUNG, J. R.; THREADGILL, E. D. *et al.* Chemigation for crop production management. **Plant Disease**, St. Paul, v. 70, n. 11, p. 998-1004, 1986.
- MARQUES, G. B. C.; AVILA, C. J.; PARRA, J. R. P. Danos causados por larvas e adultos de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 11, p. 1983-1986, 1999.
- MAYO, Z. B. Influences of rainfall and sprinkler irrigation on the residual activity of insecticides applied to corn to control of adult western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 77, n. 1, p. 190-193, 1984.
- METCALF, R. L. Foreword. In: KRYSAN, J. L.; MILLER, T. A. (Ed.) **Methods for the study of pest Diabrotica**. New York: Springer-Verlag, 1986. p.vii-xv.
- MICHELS, G. J.; CHEDESTER, L. D. **Evaluation of southwestern corn borer control through chemigation**. College Station: Texas A&M University, 1983. 6 p. (Agricultural Experiment Station. Report, 4134).
- NAKANO, O.; ROMANO, F. C. B.; PESSINI, M. M. O. **Pragas de solo**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2001. 231 p.
- PETERS, L. L.; LOWRY, S. R. Western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) larval control with chlorpyrifos applied at planting time versus a post-planting chemigation application to corn grown under two different tillage systems. **Journal of the Kansas Entomological Society**, Lawrence, v. 64, n. 4, p. 451-454, 1991.
- SCHMIDT, W. **Uso de óleos sem surfactantes na aplicação de clorpirifós via inseticação na cultura de milho**. Piracicaba, 2003. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- SUTTER, G. R.; BRANSON, T. F.; FISHER, J. *et al.*: Effect of insecticide treatments on root damage ratings of maize in controlled infestations of western corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae). **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 82, n. 6, p. 1792-1798, 1989.
- TURPIN, F. T.; MAXWELL, J. D. Decision making related to use of soil insecticides by Indiana Corn Farmers. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 69, n. 3, p. 359-362, 1976.

VIANA, P. A.; MAROCHI, A. I. Controle químico da larva de *Diabrotica* spp. na cultura do milho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 2, p. 1-11, 2002.

VIANA, P. A.; MAROCHI, A. I. Efeito de inseticidas aplicados em diferentes modalidades sobre o complexo de bicho-bolo, na cultura de milho em sistema de plantio direto. **Relatório**

Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1992-93, Sete Lagoas, v.6, p. 63, 1994.

YOUNG, J. R. Corn and sorghum: Insect control with insecticides applied through irrigation systems. In: NATIONAL SYMPOSIUM ON CHEMIGATION, 2., 1982, Tifton. **Proceedings...** Tifton, Ga.: University of Georgia, Rural Development Center, 1982. p.35-40.