

DINÂMICA E VARIABILIDADE ESPACIAL DE PLANTAS DANINHAS EM SISTEMAS DE MOBILIZAÇÃO DO SOLO EM SORGO FORRAGEIRO¹

Dynamics and Spatial Variability of Weeds under Soil Tillage Systems in Forage Sorghum

NAGAHAMA, H.J.², CORTEZ, J.W.³, CONCENÇO, G.⁴, ARAUJO, V.F.² e HONORATO, A.C.²

RESUMO - O mapeamento e a caracterização da distribuição espacial de plantas daninhas por meio da agricultura de precisão, associada a levantamentos fitossociológicos, têm sido utilizados no controle localizado da infestação. O presente trabalho avaliou a incidência e a dinâmica de plantas daninhas, além da distribuição espacial em distintos sistemas de mobilização do solo, na cultura do sorgo forrageiro. O experimento foi conduzido em Petrolina-PE. Os tratamentos constaram de quatro sistemas de mobilização do solo: sem preparo primário, grade *tandem* mais arado de aivecas, grade *off-set* de discos de 0,61 m e grade *tandem* mais escarificador. A coleta de dados ocorreu na cultura do sorgo forrageiro aos 110 dias após emergência, em uma área retangular de 20 x 12 m (240 m²) com malha regular de 4 x 3 m, referenciadas em coordenadas *x* e *y*. A caracterização fitossociológica foi realizada pela avaliação da densidade, frequência, abundância, dominância e índice de valor de importância das espécies, e a variabilidade espacial, por meio da geoestatística com a construção de mapas de isolinhas. *Cenchrus echinatus* teve maior incidência e índice de valor de importância. O mapeamento de plantas daninhas tem relevância para a aplicação de métodos de controle, principalmente quando aliado ao levantamento fitossociológico.

Palavras-chave: mecanização agrícola, fitossociologia, geoestatística, *Sorghum bicolor*.

ABSTRACT - Mapping and characterization of spatial distribution of weeds by means of precision agriculture, coupled to phytosociological surveys, has been used as a tool for localized control techniques. This study evaluated weed incidence and dynamics, as well as spatial distribution, as a function of soil tillage systems in forage sorghum. The experiment was conducted in Petrolina-PE. The experimental area was prepared with four tillage systems, as follows: no primary tillage, tandem disc harrow plus moldboard plow, disc harrow off-set of 0.61 m and tandem disc harrow plus chisel plow. Data were collected on forage sorghum at 110 days after emergence, in a rectangular area of 20 x 12 m (240 m²) with regular mesh of 4 x 3 m, referenced in *x* and *y* coordinates. Phytosociological characterization was performed by evaluating weed density, frequency, abundance, dominance, and importance value, as well as spatial variability using geo-statistics with the construction of maps. *Cenchrus echinatus* presented higher incidence and importance value index. Weed mapping has relevance to the application of control methods, especially when coupled with phytosociological surveys.

Keywords: agricultural mechanization, phytosociology, geo-statistics, *Sorghum bicolor*.

INTRODUÇÃO

O sorgo tornou-se importante alternativa na alimentação animal (Avelino et al., 2011), por apresentar grande capacidade energética, com características favoráveis ao cultivo em

regiões com baixos índices pluviométricos anuais e altas temperaturas (Silva et al., 2007a).

As plantas daninhas interferem na cultura do sorgo não só pela competição por

¹ Recebido para publicação em 16.9.2013 e aprovado em 20.1.2014.

² Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro-BA, Brasil, <hideo.nagahama@univasf.edu.br>; ³ Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil; ⁴ Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados-MS, Brasil.



luz, mas também por água e nutrientes, o que resulta em menor produção de biomassa, com menor qualidade nutricional (Embrapa, 2008).

O estudo da dinâmica populacional das plantas daninhas é ferramenta importante para os sistemas produtivos, uma vez que, não controladas, podem causar grandes prejuízos ao sistema produtivo. Concomitantemente, com a identificação das espécies infestantes pode-se, indiretamente, inferir o estado nutricional do solo (Pereira & Melo, 2008). Além disso, pode-se estimar o nível de dano econômico quando da ocorrência de espécies daninhas simultaneamente na comunidade infestante (Vidal et al., 2010).

A utilização de técnicas geoestatísticas em estudos de plantas daninhas auxilia na identificação da dependência espacial das espécies estudadas, tornando possível a geração de mapas de isolinhas, por krigagem (Schaffrath et al., 2007). A variação das propriedades do solo é apenas um dos muitos fatores que alteram a ocorrência irregular dessas plantas.

A composição das populações de plantas daninhas em agroecossistemas é resultado de suas características edáficas e climáticas e das práticas agronômicas adotadas, como o manejo do solo e a aplicação de herbicidas (Soares et al., 2011). Os sistemas de mobilização do solo têm como objetivos disponibilizar água e nutrientes e eliminar a concorrência de determinadas plantas (Souza et al., 2007). Os sistemas mais sustentáveis devem proporcionar boa cobertura do solo durante o ano todo e apresentar disponibilidade de resíduos sobre o solo, o que pode ser obtido com a utilização de plantas de cobertura que alcancem elevada produção de resíduos, por maior tempo e com menor taxa de decomposição (Otsubo et al., 2012).

Objetivou-se com este trabalho verificar a incidência e a dinâmica de populações de plantas daninhas, bem como descrever a distribuição espacial e a sua relação com diferentes sistemas de mobilização do solo, na cultura do sorgo forrageiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na cidade de Petrolina (PE), em altitude de 376 m. Segundo

a classificação de Köppen, o clima dessa área apresenta-se como tropical semiárido, tipo BshW, seco e quente na parte norte e semiárido quente estípico na parte sul, caracterizado pela escassez e irregularidade das precipitações, com chuvas no verão e forte evaporação em consequência das altas temperaturas. O solo foi classificado como Argissolo Amarelo, textura arenosa (Amaral et al., 2006), utilizando o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006).

A área experimental foi cultivada até 2009 com sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*). Entre 2009 e 2011, ela permaneceu em pousio com cobertura de plantas daninhas; após esse período, implantou-se novamente cultivo de sorgo forrageiro, variedade BRS 610, que foi submetido a três cortes, sendo a coleta realizada entre o segundo e o terceiro corte. Essa área possui, ainda, um sistema linear de irrigação, que propiciou umidade do solo no momento do preparo, na coleta de dados e ao longo do desenvolvimento da cultura.

Os tratamentos constaram de distintos métodos de preparo do solo em áreas amplas, sendo (i) grade *off-set* de discos de 0,61 m (grade OFF-SET), (ii) grade *tandem* + arado de aiveca (GT+AA), (iii) grade *tandem* + escarificador (GT+ESC) e (iv) sem preparo primário (SPP).

A área sem preparo primário recebeu antes da semeadura duas gradagens leves (grade *tandem*), com o intuito de preparar o solo superficialmente para receber as sementes de sorgo. A área de cada tratamento foi de 240 m². As áreas eram contíguas, separadas apenas por espaço necessário para manobras de máquinas. Nas parcelas experimentais foi cultivado sorgo forrageiro por dois ciclos (cortes), e durante esse período as plantas daninhas foram manejadas com controle mecânico por meio de capina manual, após 30 dias de emergência e de rebrota.

Para coleta e avaliação, estabeleceu-se malha regular de 4 x 3 m, devidamente referenciada em coordenadas *x* e *y*, em parcelas de 240 m², com formato retangular (20 m no eixo *y* e 12 m no eixo *x*). A área amostral de coleta foi de 1,00 m², cujo centro foi o ponto de interseção das coordenadas. Cada tratamento de mobilização do solo foi avaliado em quatro

repetições. Após levantamento visual de ocorrência de plantas daninhas, conforme Moreira & Bragança (2010), foram elencadas como predominantes as seguintes espécies: *Cenchrus echinatus* (capim-carrapicho), *Bidens pilosa* (picão-preto) e *Sida cordifolia* (malva-branca), para a realização das avaliações.

A análise das comunidades das espécies predominantes foi calculada por meio da biomassa seca das espécies e de parâmetros fitossociológicos: densidade, frequência e abundância, absolutas e relativas, e biomassa seca relativa. A partir destes foi obtido o Índice de Valor de Importância (IVI) de acordo com Silva et al. (2005) e Nascimento et al. (2010), conforme as seguintes equações:

Frequência (F) = nº de parcelas que contêm a espécie/nº total de parcelas utilizadas

Densidade (D) = nº total de indivíduos por espécie/área total coletada

Abundância (A) = nº total de indivíduos por espécie/nº total de parcelas contendo a espécie

Dominância absoluta (DoA) = biomassa da espécie/área total coletada

Frequência relativa (Fr) = (frequência da espécie/frequência total de todas as espécies) x 100

Densidade relativa (Dr) = (densidade da espécie/frequência total de todas as espécies) x 100

Abundância relativa (Ar) = (abundância da espécie/abundância total de todas as espécies) x 100

Dominância relativa (DoR) = (biomassa da espécie/ Σ biomassa total de todas as espécies) x 100

Índice de Valor de Importância (IVI) = $(Fr + DoR + Ar)/3$

Para obtenção da biomassa seca, as plantas daninhas foram cortadas rente ao solo, acondicionadas em sacos de papel e levadas para secagem em estufa de circulação forçada a 65 °C, até atingir massa constante.

A apresentação dos resultados, em vez de discorrer sobre a incidência de plantas daninhas dentro de cada sistema de manejo, como convencionalmente adotado (Duarte Júnior et al., 2009), focou no efeito dos distintos manejos do solo sobre as três principais espécies daninhas previamente identificadas durante o levantamento visual de ocorrência (Corrêa et al., 2011).

As áreas foram comparadas entre si pelo coeficiente de Jaccard, considerando a abundância, frequência, densidade e dominância absolutas das espécies daninhas nos tratamentos. Foi elaborada a matriz de similaridade, e a partir desta foi obtida a matriz de dissimilaridade (1-similaridade). A análise multivariada de agrupamento hierárquico foi efetuada a partir da matriz de dissimilaridade, pelo método UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean) (Sneath & Sokal, 1973). O nível crítico para separação dos grupos na análise de agrupamento foi baseado na média aritmética das similaridades na matriz original de Jaccard (Barbour et al., 1998), desconsiderando os pontos de cruzamento entre as mesmas áreas na matriz. A validação dos grupos foi feita pelo coeficiente de correlação cofenética (Sokal & Rohlf, 1962), obtido por correlação linear de Pearson entre a matriz original de dissimilaridade e a matriz cofenética.

A análise espacial foi efetuada por meio da geoestatística e constou de construção e interpretação de semivariograma e do ajuste “a sentimento” de um modelo matemático para explicar a estrutura de variância dos dados, que foram submetidos ao procedimento de transformação por meio da função $\sqrt{(x + 1)}$, para obtenção de valores positivos. Adicionalmente, são apresentadas estimativas dos parâmetros: efeito pepita (Co), que indica as variabilidades não explicadas, que podem ser devido aos erros de medidas e às microvariações; patamar (C), que representa a estabilização da semivariância, sendo aproximadamente igual à variância dos dados; e alcance (a), que se refere à distância-limite de dependência espacial. O modelo escolhido foi testado por meio da validação cruzada. Com base nos parâmetros do semivariograma, foi obtido o avaliador de dependência espacial (ADE), que é a proporção da variância



estrutural (C_1) em relação ao patamar ($C_0 + C_1$). Se o valor de ADE for igual a 1, significa que o semivariograma não apresenta efeito pepita e, conseqüentemente, quando for zero, não há dependência espacial, considerando-se o efeito pepita puro (Toledo et al., 2010). Os valores de ADE foram correlacionados com os observados para a frequência absoluta e relativa de ocorrência das espécies daninhas, de forma a estabelecer interconexão entre a variabilidade espacial estimada pelo levantamento fitossociológico e a obtida por geoestatística.

Em seguida à modelagem dos semivariogramas, foi realizada a interpolação por “krigagem” ordinária, para estimativa de valores em locais não amostrados. Na construção dos mapas temáticos foi utilizado um interpolador (preditor), a Krigagem, o que permitiu maior detalhamento espacial das plantas daninhas, sendo possível identificar possíveis locais com problemas de infestação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dinâmica de plantas daninhas

Nas áreas experimentais foram identificadas cinco espécies, distribuídas em cinco famílias botânicas (Tabela 1). De acordo com Silva et al. (2007b), as Poáceas apresentam em torno de 44 espécies com importância como plantas daninhas, totalizando cerca de 37% das consideradas infestantes importantes em sistemas produtivos. As Asteráceas estão em segundo lugar, com 32 espécies e 26,9% das plantas consideradas infestantes, e as Malváceas, embora com poucas espécies consideradas infestantes importantes (somente

quatro espécies), são relevantes devido ao seu sistema radicular profundo, fibroso e resistente, sendo espécies amplamente adaptadas a sistemas de cultivo sem revolvimento do solo, como o plantio direto (Piccolo et al., 2007). Portanto, o trabalho focou as espécies *Cenchrus echinatus* (capim-carrapicho - Poaceae), *Bidens pilosa* (picão-preto - Asteraceae) e *Sida cordifolia* (malva-branca - Malvaceae) (Tabela 1).

Para *Cenchrus echinatus* (capim-carrapicho) (Tabela 2), a Grade OFF-SET e GT+AA foram os sistemas mecanizados que apresentaram maiores valores de frequência, ou seja, o preparo mecânico do solo propiciou a distribuição dessa espécie ao longo da área experimental. Ela não é conhecida pela sua capacidade de se propagar por estruturas vegetativas; logo, para evitar a sua proliferação na área, o preparo deve ser feito antes que as plantas apresentem sementes viáveis. Para a densidade e índice de valor de importância (IVI), observa-se que a Grade OFF-SET também proporcionou os maiores valores, o que pode ser comprovado pelo valor de densidade relativa acima da média dos sistemas analisados.

O índice de valor de importância (IVI) da espécie *Cenchrus echinatus* (Tabela 2) teve valor médio igual a 72,1%, o que representa alta ocorrência, distribuição e capacidade de dominar indivíduos das demais espécies em todos os sistemas de mobilização do solo (Brandão et al., 1998; Nascimento et al., 2010).

Para *Bidens pilosa* (picão-preto) (Tabela 2), diferentemente de *Cenchrus echinatus*, no sistema SPP foram observados os menores valores para os parâmetros analisados, com IVI igual a 10,4% da importância de infestação.

Tabela 1 - Distribuição das plantas daninhas por família e espécie identificadas em área de sorgo sob diferentes sistemas de preparo do solo

Família	Espécie	
	Nome científico	Nome comum
Cyperaceae	<i>Cyperus esculentus</i> L.	Tiririca
Malvaceae	<i>Sida cordifolia</i> L.	Malva-branca
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Capim-carrapicho
Portulacaceae	<i>Talinum paniculatum</i> Jacq.	Bredo
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Picão-preto

Tabela 2 - Índices fitossociológicos de plantas daninhas predominantes nos sistemas de mobilização do solo na cultura do sorgo forrageiro. Petrolina-PE, Brasil, 2011

Sistema	F	D (pl m ⁻²)	A	Fr (%)	Dr (%)	Ar (%)	DoA	DoR (%)	IVI (%)
<i>Cenchrus echinatus</i>									
Grade OFF-SET	0,9	581,9	155,9	56,0	89,9	79,1	13,5	85,0	73,4
GT+ESC	0,5	513,6	240,8	36,4	88,7	88,5	12,4	89,9	71,6
GT+AA	0,9	438,4	121,8	46,6	88,6	81,7	8,9	85,9	71,4
SPP	1,0	695,5	179,9	50,0	88,8	81,6	14,6	85,0	72,2
MÉDIA	0,8	557,4	174,6	47,3	89,0	82,7	12,4	86,5	72,1
<i>Bidens pilosa</i>									
Grade OFF-SET	0,4	52,3	30,2	26,0	8,1	15,3	1,6	10,3	17,2
GT+ESC	0,6	53,9	22,4	40,9	9,3	8,3	1,2	9,1	19,4
GT+AA	0,5	22,4	11,2	25,9	4,5	7,5	0,9	8,8	14,1
SPP	0,4	14,9	10,2	19,0	1,9	4,6	1,3	7,5	10,4
MÉDIA	0,5	35,9	18,5	28,0	6,0	8,9	1,3	8,9	15,3
<i>Sida cordifolia</i>									
Grade OFF-SET	0,3	13,3	11,1	18,0	2,1	5,6	0,7	4,7	9,4
GT+ESC	0,3	11,7	8,8	22,7	2,0	3,2	0,1	1,0	9,0
GT+AA	0,5	34,1	16,0	27,6	6,9	10,7	0,5	5,2	14,5
SPP	0,6	73,1	30,4	31,0	9,3	13,8	1,3	7,4	17,4
MÉDIA	0,4	33,1	16,6	24,8	5,1	8,3	0,7	4,6	12,6

F: frequência, D: densidade, A: abundância, FR: frequência relativa, DR: densidade relativa, AR: abundância relativa, DoA: dominância absoluta, DoR: dominância relativa, IVI: índice de valor de importância. Grade OFF-SET: grade *off-set* de discos de 0,61 m; GT+ESC: grade *tandem* + escarificador; GT+AA: grade *tandem* + arado de aiveca; SPP: sem preparo primário.

A Grade OFF-SET e o GT+ESC mostraram valores de IVI acima da média quando comparados com o GT+AA e SPP (Tabela 2). Pode-se observar, ainda, que a Grade OFF-SET apresentou os maiores valores de abundância e dominância relativas. O IVI de *Bidens pilosa* apresentou valor médio de 15,3%, muito abaixo do encontrado para a infestante *Cenchrus echinatus* (72,1%); para esta espécie, o tratamento GT+ESC foi o que mostrou maior IVI (19,4%), e o SPP, o menor valor (10,4%).

Santos & Cury (2011) afirmam que a infestação em ambientes com práticas agrícolas convencionais expõe as sementes de *Bidens pilosa* ora enterradas à luz, o que favorece a maior germinação e aumenta a infestação. Diversos estudos indicam que a prática de revolvimento do solo, independentemente do equipamento utilizado, pode resultar em maiores níveis de infestação por plantas daninhas, comparado a sistemas com características mais conservacionistas

(Silva et al., 2005; Gama et al., 2007; Soares et al., 2011).

De acordo com Canossa et al. (2008), o efeito da luz na germinação de sementes de plantas daninhas é mais rápido em relação ao daquelas mantidas em condição sem luz. Entretanto, Orzari et al. (2013), ao determinarem o comportamento germinativo de espécies infestantes, concluíram que a germinação é resultante de uma relação entre temperatura, profundidade de semeadura e tipo de solo, além da condição da luz.

Concenço et al. (2011) observaram que as plantas daninhas foram em torno de 50% menores em altura em área de sistema plantio direto em comparação com aquelas presentes em sistema convencional adjacente, pois o mesmo número de plantas cobriu praticamente a metade da área de solo. Isso pode indicar que em sistemas conservacionistas, como o plantio direto, as sementes de plantas infestantes demoram mais para iniciar o



processo germinativo, provavelmente devido à ausência de revolvimento do solo e à presença da cobertura, que reduz o acesso das plântulas recém-emergidas à luz.

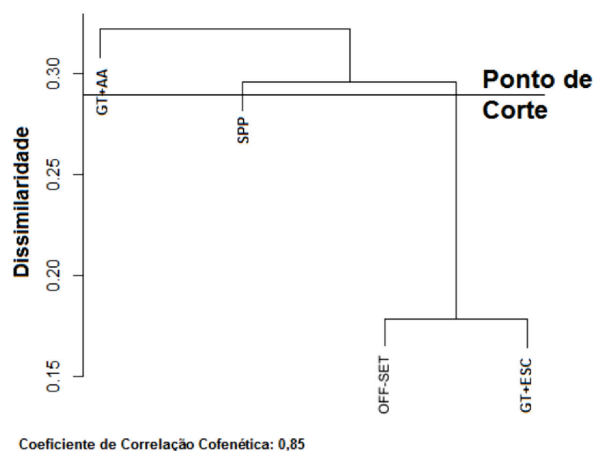
Na análise de *Sida cordifolia* (malva-branca) (Tabela 2), tem-se o GT+AA como o sistema mecanizado que mais estimulou a germinação e instalação da espécie, com IVI igual a 14,5%. A Grade OFF-SET e o GT+ESC obtiveram valores de IVI abaixo da média, que significa diretamente menor infestação de *Sida cordifolia* neste tratamento. O menor valor de IVI para o GT+ESC, provavelmente, ocorreu devido à competição pelo espaço com as espécies *Bidens pilosa* e *Cenchrus echinatus*, cujo IVI foi de 19,4 e 71,6%, respectivamente. Figueiredo (2010) verificou situação similar ao estudar a sobrevivência e o crescimento inicial de plantas essências arbóreas em duas áreas antropizadas da caatinga e os seus efeitos na recomposição do estrato herbáceo. No GT+ESC, pode-se observar, ainda, que a dominância relativa (DoR) apresentou valor de 1,0%, sendo, portanto, muito abaixo da média (4,6%), o que se reflete no menor ganho de biomassa dentro de todas as espécies e sistemas de mobilização do solo analisados; contudo, o mesmo sistema apresenta-se com o maior valor de DoR para *Cenchrus echinatus* (89,9%).

A Dominância Relativa (DoR) e o Índice de Valor de Importância (IVI) (Tabela 2) demonstram que a infestante *Cenchrus echinatus* predomina em todos os sistemas de mobilização do solo. Anastácio et al. (2012), ao avaliarem a dinâmica de plantas daninhas, especialmente o capim-favorito (*Rhynchelytrum repens*), em sistemas de produção, verificaram dominância relativa de *Cenchrus echinatus* na mobilização convencional, devido à sua alta competitividade, por ser uma planta com metabolismo do carbono pelo ciclo C_4 (Klink, 1986).

Por ordem de grandeza, a infestante *Bidens pilosa*, no presente estudo, prevaleceu após *Cenchrus echinatus* nos sistemas Grade OFF-SET e GT+ESC, ao passo que nos sistemas GT+AA e SPP a malvácea *Sida cordifolia* prevalece em comparação à asterácea *Bidens pilosa*, conforme se verifica na avaliação do IVI. Na avaliação da DoR, observa-se que *Bidens pilosa* prevalece em quase todos os

sistemas mecanizados em relação a *Sida cordifolia*; entretanto, no SPP verifica-se equivalência de valores entre *Bidens pilosa* e *Sida cordifolia* (7,5 e 7,4%, respectivamente).

O agrupamento dos tratamentos com base na similaridade de ocorrência das três espécies estudadas, considerando os valores absolutos de abundância, densidade, frequência e dominância das espécies nos tratamentos, indicou três grupos, sendo que somente existe semelhança entre os tratamentos Grade OFF-SET e GT+ESC em nível de 18% de dissimilaridade (Figura 1). Pelo critério da média aritmética da matriz original de similaridades, os tratamentos SPP e GT+AA mostraram nível muito alto de dissimilaridade, não podendo ser agrupados.



A similaridade foi obtida pelos coeficientes de Jaccard, considerando a abundância, frequência e dominância das espécies nos tratamentos, e o agrupamento foi efetuado pelo método UPGMA. Grade OFF-SET: grade *off-set* de discos de 0,61 m; GT+ESC: grade *tandem* + escarificador; GT+AA: grade *tandem* + arado de aiveca; SPP: sem preparo primário.

Figura 1 - Agrupamento dos tratamentos com base na dissimilaridade do nível de ocorrência das três espécies daninhas avaliadas: *Cenchrus echinatus*, *Bidens pilosa* e *Sida cordifolia*.

Variabilidade espacial de plantas daninhas

Os pontos amostrados foram regionalizados por meio da análise do semivariograma de cada espécie estudada (Tabela 3). Observa-se, para *Cenchrus echinatus*, que o modelo de semivariograma de melhor ajuste foi o esférico e a exponencial. Os sistemas de mobilização do solo apresentaram alcance (a)

Tabela 3 - Dados do semivariograma para densidade de plantas daninhas predominantes em função dos sistemas de mobilização do solo. Petrolina-PE, Brasil, 2011

Sistema	Modelo	Co	C	a	R ²	SQR	ADE	Classe
<i>Cenchrus echinatus</i>								
Grade OFF-SET	ESF.	0,01	8,45	5,77	0,88	0,80	0,99	Forte
GT+ESC	ESF.	0,01	10,6	6,81	0,97	0,58	0,99	Forte
GT+AA	ESF.	0,84	7,65	6,88	0,55	3,54	0,87	Forte
SPP	EXP.	1,48	7,17	5,49	0,52	3,52	0,79	Forte
<i>Bidens pilosa</i>								
Grade OFF-SET	EXP.	0,90	4,81	44,67	0,50	0,88	0,81	Forte
GT+ESC	EXP.	0,37	1,28	2,07	0,64	0,01	0,77	Forte
GT+AA	EXP.	0,24	1,16	40,32	0,73	0,02	0,80	Forte
SPP	EXP.	0,06	0,21	3,83	0,89	0,01	0,71	Moderado
<i>Sida cordifolia</i>								
Grade OFF-SET	EXP.	0,11	0,89	49,18	0,66	0,01	0,87	Forte
GT+ESC	EXP.	0,09	0,17	5,17	0,86	0,01	0,50	Moderado
GT+AA	LINEAR	0,11	0,74	16,20	0,75	0,84	0,85	Forte
SPP	EXP.	0,81	4,63	36,56	0,56	0,91	0,82	Forte

Co = efeito pepita, C = patamar, a = alcance, R² = coeficiente de determinação, SQR = soma dos quadrados dos desvios, ADE = avaliador da dependência espacial. Grade OFF-SET: grade *off-set* – discos de 0,61 m; GT+ESC: grade *tandem* + escarificador; GT+AA: grade *tandem* + arado de aiveca; SPP: sem preparo primário; EXP: exponencial; ESF: esférico.

entre 5,49 e 6,88 m, ou seja, limite mínimo e máximo para a malha de coleta dos dados. A dependência espacial (ADE) conforme Zimback (2001) foi classificada como forte, uma vez que o valor do coeficiente de determinação (R²) variou entre 0,79 e 0,99.

Quanto à espécie *Bidens pilosa* (Tabela 3), o modelo exponencial foi o que melhor se ajustou para todos os sistemas de mobilização do solo. O efeito pepita (Co) decresceu seus valores do sistema Grade OFF-SET para SPP, diferentemente do observado em *Cenchrus echinatus*, no qual houve aumento. O alcance (a) para o GT+ESC e SPP apresentou os menores valores; contrariamente, registraram-se valores elevados para a Grade OFF-SET e GT+AA. A dependência espacial (ADE) foi classificada, para os sistemas Grade OFF-SET, GT+ESC e GT+AA, como forte, e para o SPP, como moderada (Zimback, 2001).

Na análise de *Sida cordifolia* (Tabela 3), pode-se observar que o modelo exponencial prevaleceu; entretanto, para o sistema GT+AA houve o melhor ajuste por meio do modelo linear. O efeito pepita (Co) não seguiu um padrão ascendente ou descendente definido, como verificado para as outras espécies. O

GT+ESC apresentou o menor valor de alcance (a): 5,17 m. A dependência espacial (ADE), para os sistemas Grade OFF-SET, GT+AA e SPP, foi classificada como forte, e para o GT+ESC, como moderada (Zimback, 2001).

Os mapas de isolinhas gerados a partir da interpolação por krigagem para a representação da densidade de plantas daninhas (Figuras 2, 3 e 4) permitem identificar regiões distintas com valores semelhantes de densidade populacional e, com isso, verificar a maior e menor concentração de infestação. Segundo Shiratsuchi et al. (2004), a importância da determinação real da infestação nas áreas de cultivo para aplicação de herbicidas em doses diferenciadas permite o manejo das plantas daninhas de forma distinta para cada local infestado. Os valores de densidade de plantas daninhas estão agrupados em cinco classes de cores de ordem crescente.

A infestante *Cenchrus echinatus* (Figura 2), nos sistemas mecanizados, comportou-se com a maior concentração de plantas na região central das parcelas, principalmente no GT+AA; já no SPP ocorreu maior distribuição populacional.



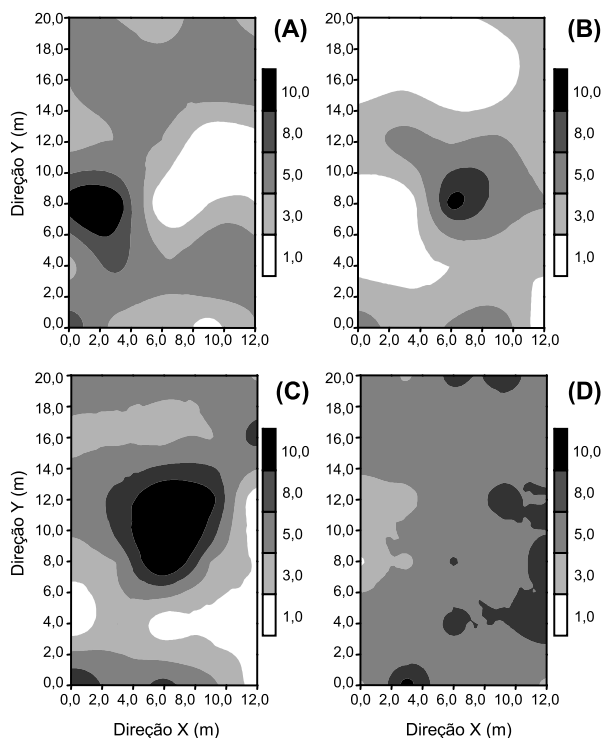


Figura 2 - Mapas de isolinhas da densidade (PL m^{-2}) de *Cenchrus echinatus* para os sistemas de preparo do solo: (A) grade *off-set* de discos de 0,61 m (grade OFF-SET), (B) grade *tandem* mais escarificador (GT+ESC), (C) grade *tandem* mais arado de aivecas (GT+AA) e (D) sem preparo primário (SPP).

A espécie *Bidens pilosa* (Figura 3), no SPP, apresentou maior concentração na porção superior da parcela representada por zonas escuras. Para o GT+AA, observou-se menor predominância da espécie, mais especificamente na região central-superior da parcela. A Grade OFF-SET e o GT+ESC mostraram comportamento similar, porém no GT+ESC ocorreu a formação de zonas de maior concentração de *Bidens pilosa*. Isso também foi verificado na análise de agrupamento por similaridade, onde somente OFF-SET e GT+ESC foram agrupados pelo método UPGMA, com base no inverso dos coeficientes de Jaccard (Figura 1).

Para *Sida cordifolia*, observou-se, por meio de mapas de isolinhas (Figura 4), que no GT+AA ocorreu maior favorecimento de propagação/infestação da espécie, uma vez que se verificou maior distribuição populacional. Quanto aos demais sistemas de

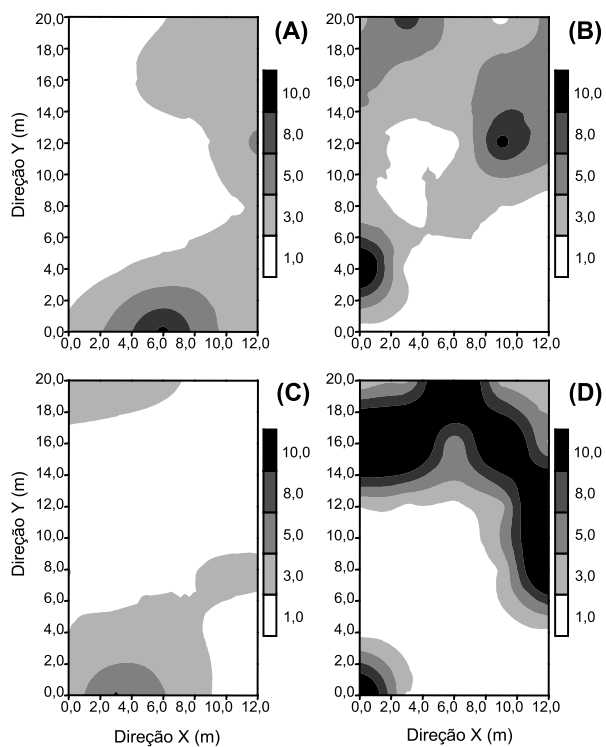


Figura 3 - Mapas de isolinhas da densidade (PL m^{-2}) de *Bidens pilosa* para os sistemas de preparo do solo: (A) grade *off-set* de discos de 0,61 m (grade OFF-SET), (B) grade *tandem* mais escarificador (GT+ESC), (C) grade *tandem* mais arado de aivecas (GT+AA) e (D) sem preparo primário (SPP).

mobilização do solo, observou-se distribuição das plantas localizadas na região periférica das parcelas, com conseqüente decréscimo populacional na região central.

A análise de correlação entre o avaliador de dependência espacial (ADE) e a frequência absoluta das espécies daninhas (F) indicou não haver correlação entre esses métodos ($\text{cor}=0,41$, $\text{p}=0,18$), da mesma forma que não houve correlação entre ADE e a frequência relativa (Fr) das espécies daninhas ($\text{cor}=0,47$; $\text{p}=0,12$). Essa informação pode ser tomada como indicativo de que somente a análise da frequência das espécies pelo método fitossociológico, sem o georreferenciamento dos pontos amostrados, não subsidia a aplicação de métodos localizados de controle. Somente o georreferenciamento permite a delimitação das áreas onde determinada prática de controle deve ser aplicada.

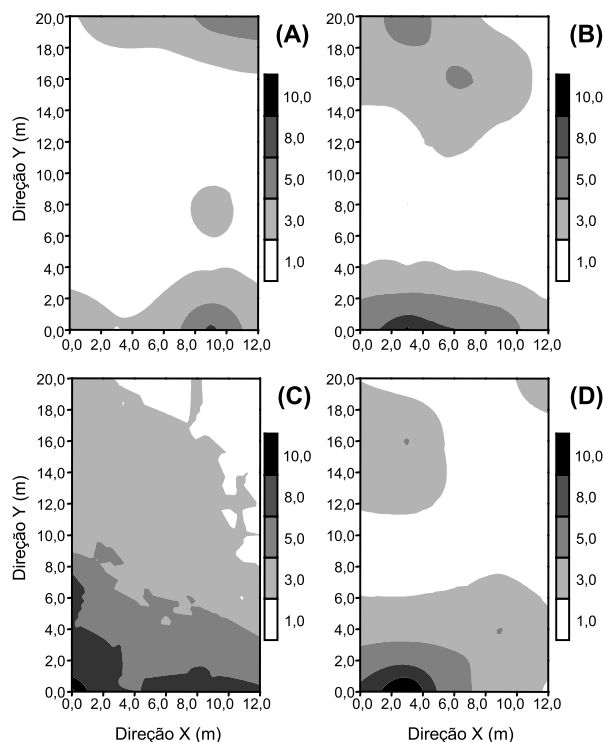


Figura 4 - Mapas de isolinhas da densidade (pl m^{-2}) de *Sida cordifolia* para os sistemas de preparo do solo: (A) grade *off-set* de discos de 0,61 m (grade OFF-SET), (B) grade *tandem* mais escarificador (GT+ESC), (C) grade *tandem* mais arado de aivecas (GT+AA) e (D) sem preparo primário (SPP).

Com base no exposto, conclui-se que a mobilização do solo, independentemente do método utilizado, promoveu maior infestação das áreas por plantas daninhas, comparadas a áreas sem preparo primário. Isso indica que áreas submetidas ao preparo mecânico podem necessitar de controle adicional antes da semeadura da cultura, para evitar alta infestação por plantas daninhas. O mapeamento de plantas daninhas tem relevância para a aplicação de métodos de controle, principalmente quando aliado ao levantamento fitossociológico. Esse levantamento auxilia a geoestatística quanto à determinação da importância das espécies daninhas, subsidiando a decisão por métodos de controle eficientes sobre as espécies mais importantes; a análise de frequência, no entanto, por si só não subsidia a aplicação localizada das práticas de controle, sendo necessário que os pontos amostrados sejam georreferenciados para a confecção de mapas de isolinhas.



AGRADECIMENTO

Ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

LITERATURA CITADA

AMARAL, F. C. S.; SILVA, E. F.; MELO, A. S. **Caracterização pedológica e estudos de infiltração da água no solo em perímetros irrigados no Vale do São Francisco**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 104 p.

ANASTÁCIO, L. R. et al. Uso de sistemas de produção para o manejo de *Rhynchelytrum repens*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 38., 2012, Campo Grande. **Anais eletrônicos...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Ciência das Plantas Daninhas, 2012. p. 758-764.

AVELINO, P. M. et al. Características agrônomicas e estruturais de híbridos de sorgo em função de diferentes densidades de plantio. **R. Ci. Agron.**, v. 42, n. 2, p. 534-541, 2011.

BRANDÃO, M. et al. A mata ciliar do rio Sapucaí, município de Santa Rita do Sapucaí-MG: fitossociologia. **Daphne**, v. 8, n. 4, p. 36-48, 1998.

BARBOUR, M. G. et al. **Terrestrial plant ecology**. Menlo Park: Benjamin/Cummings, 1998. 688 p.

CANOSSA, R. S. et al. Temperatura e luz na germinação das sementes de apaga-fogo (*Alternanthera tenella*). **Planta Daninha**, v. 26, n. 4, p. 745-750, 2008.

CONCENÇO, G.; SALTON, J. C.; CECCON, G. **Dinâmica de plantas infestantes em sistemas integrados de cultivo**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 51 p. (Série de Documentos 114)

CORRÊA, M. L. P. et al. Dinâmica populacional de plantas daninhas na cultura do milho em função de adubação e manejo. **R. Ci. Agron.**, v. 42, n. 2, p. 354-363, 2011.

DUARTE, JÚNIOR, J. B.; COELHO, F. C.; FREITAS, S. P. Dinâmica de populações de plantas daninhas na cana-de-açúcar em sistema de plantio direto e convencional. **Semina: Ci. Agr.**, v. 30, n. 3, p. 595-612, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: 2006. 370 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Cultivo de sorgo – plantas daninhas**. Sistema de produção, n. 2. Versão eletrônica. 2008. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_4_ed/plantasdanhina.htm. Acesso em: 21 set. 2012.

- FIGUEIREDO, J. M. **Revegetação de áreas antropizadas da caatinga com espécies nativas**. 2010. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.
- GAMA, J. C. M.; JESUS, L. L.; KARAM, D. Fitossociologia de plantas espontâneas em sistema de integração lavoura-pecuária. **R. Bras. Agroecol.**, v. 2, n. 2, p. 929-932, 2007.
- KLINK, C. A. **Estudo comparativo entre gramíneas C₃ e C₄ de sítios sombreados e abertos: aspectos ecológicos**. 1986. 128 f. Tese (Mestrado em Biologia – Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1986.
- MOREIRA, H. J. C.; BRAGANÇA, H. B. N. **Manual de identificação de plantas infestantes**. Campinas: FMC, 2010. 326 p.
- NASCIMENTO, P. G. M. L. et al. Levantamento fitossociológico em diferentes sistemas de plantio de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 37., 2010, Ribeirão Preto. **Anais eletrônicos...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2010. p. 1-5.
- ORZARI, I. et al. Germinação de espécies da família Convolvulaceae sob diferentes condições de luz, temperatura e profundidade de semeadura. **Planta Daninha**, v. 31, n. 1, p. 53-61, 2013.
- OTSUBO, A. A. et al. Formas de preparo de solo e controle de plantas daninhas nos fatores agrônômicos e de produção da mandioca. **Semina: Ci. Agr.**, v. 33, n. 6, p. 2241-2246, 2012.
- PEREIRA, W.; MELO, W. F. **Manejo de plantas espontâneas no sistema de produção orgânica de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008. 8 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 62).
- PICCOLO, G. et al. Efeito alelopático de capim-limão e sabugueiro sobre a germinação de guanxuma. **Semina: Ci. Agr.**, v. 28, n. 3, p. 381-386, 2007.
- SANTOS, J. B.; CURY, J. P. Picão-preto: uma planta daninha especial em solos tropicais. **Planta Daninha**, v. 29, p. 1159-1171, 2011. (Número Especial)
- SCHAFFRATH, V. R. et al. Variabilidade espacial de plantas daninhas em dois sistemas de manejo do solo. **R. Bras. Eng. Agríc. Amb.**, v. 11, n. 1, p. 53-60, 2007.
- SNEATH, P. H.; SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy: the principles and practice of numerical classification**. San Francisco: W. H. Freeman, 1973. 573 p.
- SHIRATSUCHI, L. S. et al. Mapeamento da distribuição espacial da infestação de *Panicum maximum* durante a colheita da cultura de milho. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 269-274, 2004.
- SILVA, A. A. et al. Biologia de plantas daninhas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Ed.). **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007b. p. 17-61.
- SILVA, A. G.; BARROS, A. S.; TEIXEIRA, I. R. Avaliação agrônômica de cultivares de sorgo forrageiro no sudoeste do Estado de Goiás em 2005. **R. Bras. Milho Sorgo**, v. 6, n. 1, p. 116-127, 2007a.
- SILVA, C. S. W. et al. Efeitos dos sistemas de preparo do solo na comunidade de plantas daninhas do milho. **R. Ceres**, v. 52, n. 302, p. 555-566, 2005.
- SOARES, M. B. B. et al. Fitossociologia de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo de solo em áreas de reforma de cana crua. **Agroambiente**, v. 5, n. 3, p. 173-181, 2011.
- SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. The comparison of dendrograms by objective methods. **Taxon**, v. 11, n. 1, p. 33-40, 1962.
- SOUZA, L. D. et al. Potencial da água no solo sob diferentes sistemas de preparo na cultura da mandioca. **RAT**, v. 3, n. 1, p. 1-4, 2007.
- TOLEDO, A. et al. Comportamento espacial da demanda energética em semeadura de amendoim em latossolo sob preparo convencional. **Eng. Agríc.**, v. 30, n. 3, p. 459-467, 2010.
- VIDAL, R. A.; KALSING, A.; GHEREKHLOO, J. Interferência e nível de dano econômico de *Brachiaria plantaginea* e *Ipomoea nil* na cultura do feijão comum. **Ci. Rural**, v. 40, n. 8, p. 1675-1681, 2010.
- ZIMBACK, C. R. L. **Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo**. 2001. 114 f. Tese (Doutorado em Levantamento do Solo e Fotopedologia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

