

Distribuição espacial de plantas daninhas e produção de forragem em áreas de pastejo contínuo

Spatial distribution of weeds and forage production in areas of continuous grazing

DIM, Valdinéia Patrícia^{1*}; SANTOS, Antonio Clementino dos²; NEVES NETO, Durval Nolasco das¹; SILVA, Luziano Lopes da³; RAMOS, Patrícia da Cruz³; MONTEIRO, Fábio Pinto dos Reis³

¹Universidade Federal de Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical, Araguaína, Tocantins, Brasil.

²Universidade Federal de Tocantins, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Araguaína, Tocantins, Brasil.

³Universidade Federal de Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Gurupi, Tocantins, Brasil.

*Endereço para correspondência: valpatdim@hotmail.com

RESUMO

Objetivou-se mapear a incidência de flora daninha e a massa seca de forragem com utilização de ferramentas da agricultura de precisão para verificar o grau de correlação entre estes. O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Pesquisa, pertencente à Universidade Federal do Tocantins - Campus Universitário de Araguaína. A área do experimento foi composta por sete piquetes com pastejo contínuo, de 2ha cada e foram marcados seis pontos dentro de cada piquete. Após essa marcação delimitou-se um raio de 5m onde foi realizada a contagem das plantas daninhas e em um ponto representativo a quantificação da massa seca de forragem. Os pontos amostrados foram escolhidos de forma aleatória, com intervalos irregulares, em uma totalidade de 42 pontos. As análises estatísticas de infestação de plantas daninhas e quantidade de massa seca foram geradas pela técnica de interpolação por "krigagem". O manejo do sistema em pastejo contínuo influenciou significativamente a incidência de plantas daninhas e a produção de massa seca de forragem nas áreas estudadas. A incidência de plantas daninhas e a produção de massa seca de forragem também apresentaram um grau de dependência espacial de 99%, o que classifica estas variáveis como de forte grau de dependência espacial.

Palavras-chave: dependência espacial, geoestatística, krigagem, semivariograma

SUMMARY

The objective of this work was to map the incidence of weed flora and forage dry matter using tools of precision agriculture, seeking to ascertain the degree of correlation between them. The experiment was conducted at the Experimental Station for Research, owned by the University of Tocantins - Campus Universitario de Araguaína. The area of the experiment was composed of seven continuous grazing paddocks, with 2ha each and within each paddock were scored six points. After the marking, a radius of 5m was limited where the count of weeds was made and in a representative point the quantification of the dry mass of forage. The sampling points were chosen at random, at irregular intervals in a total of 42 points. Statistical analysis of weed infestation and the amount of dry matter were generated by the technique of interpolation by kriging. The management system in continuous grazing significantly influenced the incidence of weeds and yield of dry forage in the studied areas. The incidence of weeds and the production of herbage dry matter also showed a degree of spatial dependence of 99%, which classifies these variables as having a high degree of spatial dependence.

Keywords: geostatistics, kriging, semivariogram, spatial dependence

INTRODUÇÃO

A degradação das pastagens tem se tornado tema de grande interesse para todos os profissionais da área agrícola. Estima-se que 80% das áreas destinadas às pastagens cultivadas no cerrado brasileiro encontram-se nessas condições ou em pleno processo de degradação (LIMA et al., 2007), o que ocasiona ausência de resposta dos capins (ALENCAR et al., 2010) e, conseqüentemente, diminuição da produção.

As principais causas da degradação das pastagens são: uso de solos inadequados para produção forrageira; escolha incorreta da espécie forrageira; ocorrência de pragas e doenças; diminuição da fertilidade do solo associada à ausência de adubação na formação e na manutenção; compactação do solo e conseqüente redução da infiltração de água e manejo inadequado das pastagens, além da superlotação por animais, o que propicia o aparecimento de plantas invasoras (MULLER et al., 2001; PERON & EVANGELISTA, 2004).

Com uso da agricultura de precisão é possível mapear a distribuição das espécies e também levantar informações relacionadas às propriedades físicas (NOVAES FILHO et al., 2007) e químicas (SOUZA et al., 2007) dos solos, dados climáticos (CAMARGO et al., 2005), doenças (LOURENÇO & LANDIM, 2005), incidência de ervas daninhas (DURIGAN et al., 2004; CORREIA & DURIGAN, 2004) e elaborar modelos de estabelecimentos populacionais ao longo do tempo, com conseqüente definição de métodos estratégicos para controle (CAETANO, 2001; BAILO et al., 2001). Dessa forma, possibilita-se que as aplicações de herbicidas sejam feitas de modo mais racional, se comparadas às

pulverizações que se baseiam na média das infestações sem levar em consideração seu grau de distribuição (SHIRATSUCHI, 2003).

Entre as técnicas da agricultura de precisão mais utilizadas no mapeamento de plantas espontâneas, encontra-se a krigagem, definida por Shiratsuchi (2003) como a divisão da área agrícola em pequenas células, de modo a formar um *grid* pré-determinado e georreferenciado onde são feitas amostragens sistemáticas sobre a comunidade de plantas daninhas, que gera uma amostra representativa da sub-área. As plantas daninhas podem ser mapeadas em áreas ou grades de amostragens de tamanho fixo ou variável, regulares ou irregulares, com diferentes graus de detalhamento (SALVADOR & ANTUNIASSI, 2006). O objetivo com o trabalho foi mapear a flora daninha e a massa seca da forragem com a utilização de ferramentas da agricultura de precisão para verificar o grau de correlação entre a incidência de plantas daninhas e produção de massa seca de forragem.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em área da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins, *Campus* de Araguaína-TO. O município de Araguaína situa-se na região norte do estado do Tocantins, 07°12'28'' de Latitude Sul, e 48°12'26'' de Longitude Oeste (Figura 1).

O solo foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico. O clima é AW – Tropical de verão úmido e período de estiagem no inverno, de acordo com a classificação de Köppen, com temperaturas médias anuais que

variam entre 20° e 32°C, e uma precipitação média de 1.430mm/ano (SEAGRO, 2008).

A pastagem da área foi formada no final do ano de 2008 com as espécies *Brachiaria humidicula* e *Brachiaria brizantha* cv Marandú, as quais tiveram

suas sementes distribuídas de forma aleatória a lanço por toda área. Por ocasião do trabalho a área encontrava-se manejada em sistema de pastejo contínuo com taxa de lotação animal de 1,87UA/ha.

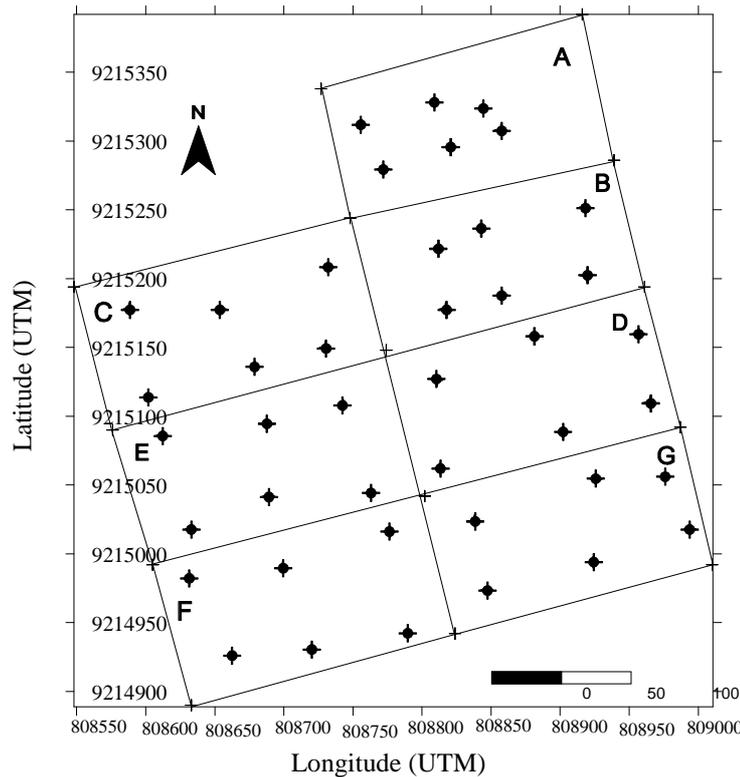


Figura 1. Local de coleta das amostras para determinação da incidência de plantas daninhas (plantas/ha) e massa seca de forragem (kg/ha) nas áreas estudadas

A área total do experimento foi composta por sete piquetes com 2ha cada, munidos de bebedouros, cochos de sal, curva de nível e algumas árvores de pequeno porte, uma por piquete. Foi realizada uma única coleta de dados no mês de março de 2010, na qual dentro de cada piquete foi efetuada a marcação de seis pontos de amostragem com utilização de GPS, e após essa marcação foi delimitado um raio de 5m, onde procedeu-se a contagem das plantas daninhas. Nesses mesmos pontos foram

realizadas medições de 20 pontos a fim de se obter uma estimativa da altura média do dossel forrageiro. De posse dessa informação, um quadro de amostragem com dimensão de 1,40 x 0,73m² foi disposto em um ponto representativo da altura média de cada ponto para a avaliação da pastagem. Todo o material contido na área delimitada pelo quadro foi coletado a uma altura de 0,10m do solo, encaminhado ao laboratório e seco em estufa com circulação de ar forçada a

uma temperatura de 65°C por 48 horas, e, em seguida, as amostras foram pesadas para determinação da massa seca da forragem. Os pontos de amostragem foram escolhidos de forma aleatória, com intervalos irregulares em um total de 42 pontos.

Os resultados foram submetidos à análise estatística descritiva, com utilização do programa ASSISTAT versão 7.5 beta (SILVA, 2008) para obtenção da média, mediana, desvio padrão, coeficiente de variação, curtose, assimetria, valor máximo e valor mínimo. A Hipótese de normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro Will.

Para fazer uso da geoestatística e avaliar a variabilidade espacial dos atributos estudados foi necessário avaliar a existência da dependência espacial, verificada por meio do ajuste dos dados do semivariograma experimental de acordo com a teoria das variáveis regionalizadas (TVR). A seleção dos modelos foi realizada com base no maior coeficiente de determinação (R^2) e menor soma de quadrados do resíduo (SQR) com a utilização do programa GS+ (ROBERTSON, 1998).

Para definir as classes de dependência espacial, utilizou-se a classificação de Cambardella et al. (1994) que considera dependência espacial fraca quando a razão entre patamar ($C_0 + C$) e o efeito pepita (C_0) é menor ou igual a 25%, moderada quando essa razão é superior a 25% e menor ou igual a 75% e dependência forte quando a razão é maior que 75%. A distância limite de dependência espacial denominada alcance (A_0), indica que as amostras realizadas a distâncias menores são correlacionadas.

O semivariograma é uma representação gráfica entre a semivariância $\gamma(h)$, que é representada no eixo da coordenada Y, em função de uma determinada

distância (h), representada no eixo da coordenada X. O mesmo pode ser estimado pela equação:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [(Z(x_i) - Z(x_i + h))]^2$$

em que $N(h)$ representa o número de pares de valores medidos, $Z(x_i)$ e $Z(x_i + h)$, separados por uma determinada distância (h).

Para estimar os mapas de krigagem dos atributos estudados e sua distribuição espacial, foi utilizado o programa Surfe 7.0 (GOLDEN SOFTWARE, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do teste de normalidade de Shapiro-Wilk mostrou que as variáveis analisadas tiveram distribuição normal (Tabela 1). Mesmo que o estudo geoestatístico de um conjunto de dados não exija que estes tenham distribuição normal (CORÁ et al., 2004) a normalidade deste conjunto de dados possibilita um melhor ajuste do semivariograma, além de facilitar este processo (MACHADO et al. 2007).

Os valores dos coeficientes de assimetria demonstram que a incidência de plantas daninhas e produção de massa seca de forragem têm distribuições assimétricas, porém, os valores desses coeficientes são baixos e próximos de zero. Além de que, os valores da média e mediana das variáveis estudadas apresentam valores semelhantes, o que indica que os conjuntos de dados não apresentam assimetria acentuada e também possuem ou se aproximam da distribuição normal (LITTLE & HILLS, 1978). É evidente que os dados obtidos no estudo encaixam-se numa exigência básica para utilização da geoestatística, a que, os dados, não

necessariamente, precisam atingir a normalidade (GOMES et al., 2008), entretanto, deve-se observar o conjunto dos dados, já que este pode ser

influenciado por alguns valores discrepantes, promovendo uma forte assimetria, o que inviabilizaria o uso desta ferramenta (SCHAFFRATH et al. 2007).

Tabela 1. Estatística descritiva da incidência de plantas daninhas e massa seca de forragem nas áreas estudadas

| Atributos | Plantas daninhas | Massa seca da forragem |
|------------------------------|------------------|------------------------|
| Média (plantas/ha / kg/ha) | 7.687,92 | 752,0 |
| Mediana (plantas/ha / kg/ha) | 7.384,7 | 746,1 |
| Coefficiente de variação (%) | 39,09 | 32,63 |
| Coefficiente de curtose | 0,32 | -1,16 |
| Coefficiente de assimetria | 0,54 | 0,13 |
| Shapiro-Wilk | 0,15* | 0,1* |

*Distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk.

O coeficiente de variação apresentou valores médios para as duas variáveis estudadas. Porém, ao se tratar da variável incidência de plantas daninhas, o valor obtido de 39,09% é considerado baixo, o que pode ser corroborado pelos resultados obtidos por Shiratsuchi (2003) que ao trabalhar com o mapeamento da variabilidade espacial das plantas daninhas mediante utilização de ferramentas da agricultura de precisão, obteve um coeficiente de variação de 140 a 647% na flora emergente, e Schaffrath et al. (2007), que ao trabalharem com a variabilidade espacial de plantas daninhas em dois sistemas de manejo de solo encontrou coeficiente de variação para densidade de plantas de 103,91 e 110,78%. Todavia, esta grande variação dos dados é típica nas variáveis de plantas daninhas devido à sua distribuição desuniforme nas áreas (SHIRATSUCHI et al., 2005; MORAES et al., 2008). Segundo Macedo et al. (2000) o processo de degradação das pastagens é dinâmico e inicia-se com a redução do vigor, da produtividade e da capacidade

de recuperação natural da forrageira, o que a torna suscetível ao efeito de pragas, doenças e invasoras. O estabelecimento de parâmetros para a avaliação do processo de degradação das pastagens não é fácil, visto que há grande diversidade de espécies forrageiras e características edafoclimáticas presentes no Brasil (NASCIMENTO JÚNIOR et al., 1994). Porém, alguns estágios da degradação podem ser facilmente identificados e encontrados na maioria das pastagens degradadas, como a diminuição da produção da forrageira dominante e a mudança na composição botânica com aumento na invasão de novas espécies (ABDON et al., 2009). O sistema de pastejo contínuo influenciou significativamente ($P < 0,05$) a incidência de plantas daninhas e a produção de massa seca de forragem nas áreas estudadas (Tabela 2). Mesmo com a estatística clássica utilizada como ferramenta para auxiliar no estudo do processo de degradação das pastagens, este método pode levar a uma tomada de decisão errônea já que utiliza valores médios e trabalha com cada área de

forma isolada, o que pode induzir a uma sub ou super caracterização dos dados. A análise dos semivariogramas ajustados para a incidência de plantas daninhas e produção de massa seca de forragem apresentados na Tabela 3, mostram que o alcance, o qual se refere ao raio máximo da influência de um ponto, onde, todos os pontos dentro deste círculo são tão similares que podem ser usados para estimar valores para qualquer ponto entre eles (MACHADO et al., 2007), é de 190,8m e 165m, respectivamente para as duas variáveis estudadas, demonstrando

que ambas variáveis possuem comportamento semelhante na estrutura de continuidade espacial. A magnitude do efeito pepita é importante na krigagem, pois, quanto maior a diferença do efeito pepita em relação ao patamar do semivariograma, maior a continuidade do fenômeno, menor a variância da estimativa, ou maior a confiança que se pode ter na estimativa (CAVALCANTE et al., 2007), e do patamar, o efeito pepita contribui com 0,1 e 0,16% respectivamente para as variáveis incidência de plantas daninhas e produção de massa seca de forragem.

Tabela 2. Incidência de plantas daninhas e produção de massa seca de forragem nas áreas estudadas

| Tratamentos | Plantas daninhas | Massa seca da forragem |
|-------------|------------------------|------------------------|
| | Plantas/ha | Kg/ha |
| Área A | 7.490,87 ^{bc} | 1.037,75 ^a |
| Área B | 12.605,03 ^a | 637,80 ^b |
| Área C | 451,05 ^{bc} | 820,85 ^{ab} |
| Área D | 297,27 ^b | 663,03 ^{ab} |
| Área E | 8.424,58 ^b | 695,98 ^{ab} |
| Área F | 6.047,87 ^{bc} | 600,85 ^b |
| Área G | 4.498,77 ^c | 807,77 ^{ab} |

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Parâmetros dos ajustes dos semivariogramas adaptados aos modelos esféricos da incidência de plantas daninhas (plantas/ha) e massa seca de forragem (kg/ha) nas áreas estudadas

| Atributos | Plantas daninhas | Massa seca da forragem |
|----------------|-------------------------|-------------------------|
| Modelo | Esférico | Esférico |
| Efeito pepita | 10.000 | 100 |
| Patamar | 10.340.000 | 63.610 |
| Alcance (m) | 190,8 | 165 |
| GDE (%) | 99 | 99 |
| Classificação | Forte | Forte |
| R ² | 0,85 | 0,88 |
| SQR | 1,405.10 ⁺¹³ | 5,053.10 ⁺⁰⁸ |

GDE = grau de dependência espacial, R² = coeficiente de determinação, SQR = soma do quadrado dos resíduos.

Os parâmetros para o ajuste dos modelos dos semivariogramas, para as duas variáveis estudadas, foram o coeficiente de determinação (R^2) e soma do quadrado dos resíduos (SQR) (ROBERTSON, 1998), e a SQR considerada como um parâmetro que propicia maior confiança na escolha do modelo ideal (CAVALCANTE et al., 2007), com coeficiente de determinação e soma do quadrado dos resíduos para incidência de plantas daninhas de 0,85 e $1,405.10+13$ e para produção de massa seca de 0,88 e $5,053.10+08$ (Tabela 3). A incidência de plantas daninhas e a produção de massa seca de forragem melhor se ajustaram ao modelo esférico, e os modelos esféricos e exponenciais apresentam-se como os modelos teóricos mais comuns aos atributos do

solo e da planta (CARVALHO et al., 2003).

Na análise do grau de dependência espacial (GDE) utilizou-se a classificação recomendada por ROBERTSON (1998). Desse modo, tanto a incidência de plantas daninhas quanto a produção de massa seca de forragem apresentaram no presente estudo um grau de dependência espacial de 99%, o que classifica estas variáveis como de forte grau de dependência espacial.

Os mapas de isolinhas, observados na Figura 2 A e B, foram gerados a partir dos modelos ajustados dos semivariogramas. As análises dos mapas fornecem informações que permitem identificar locais de maior ou menor concentração da incidência de plantas daninhas e da produção de massa seca de forragem.

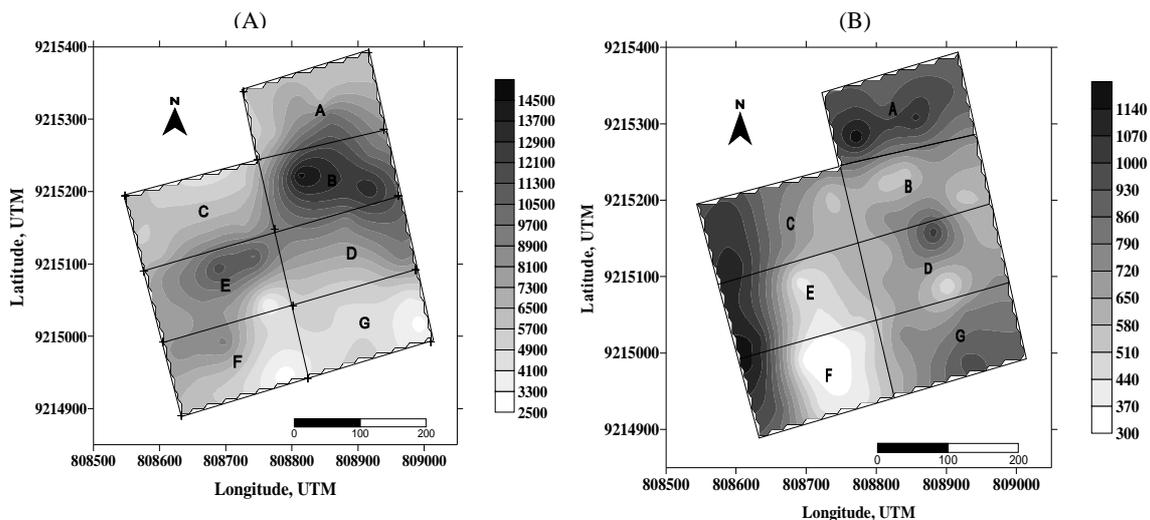


Figura 2. Mapas de isolinhas da distribuição espacial da (A) incidência de plantas daninhas (plantas/ha) e (B) massa seca de forragem (kg/ha) das áreas estudadas

O estudo mostrou a eficiência e viabilidade da utilização do mapeamento da variabilidade espacial para a quantificação da infestação de plantas daninhas e produção de pastagem, o que prova ser esta uma ferramenta bastante eficaz para se obter um manejo mais racional por meio de

aplicações localizadas de herbicidas, potencialização da produção das pastagens e conservação ambiental.

REFERENCIAS

- ABDON, M.M.; OLIVEIRA, M.S.; LUCIANO, A.C.S.; SILVA, J.S.V. Identificação e mapeamento de pastagens degradadas nos municípios de Corguinho e Rio Negro, MS, utilizando fusão de imagens CBERS-2B (CCD e HRC). In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 2., 2009, Corumbá. **Anais...** Corumbá: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2009. p.343-352.
- ALENCAR, C.A.B.; OLIVEIRA, R.A.; CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E.; FIGUEIREDO, J.L.A.; CUNHA, F.F.; CECON, P.R.; LEAL, B.G. Produção de seis capins manejados por pastejo sob efeito de diferentes doses nitrogenadas e estações anuais. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.11, n.1, p 48-58, 2010.
- BAIO, F.H.R.; BALASTREIRE, L.A.; TORRES, F.; RIBEIRO FILHO, A.C. Avaliação da acurácia de uma barra de luz utilizada na Agricultura de Precisão, em relação ao marcador de espuma. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v.5, n.2, p.357-360, 2001.
- CAETANO, R.S.X. Dinâmica do banco de sementes e de populações de planta daninhas na cultura do citros (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck.) submetida a diferentes sistemas de manejo. **Scientia Agrícola**, v.58, n.3, p.158, 2001.
- CAMBARDELLA, C.A.; MOORMAN, T.B.; NOVAK, J.M.; PARKIN, T.B.; KARLEN, D.L.; TURCO, R.F.; KONOPKA, A.E. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa Soils. **Soil Science Society of America Journal**, v.58, p.1501-1511, 1994.
- CAMARGO, M.B.P.; BRUNINI, O.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; BARDIN, L. Variabilidade espacial e temporal de dados termopluviométricos diários da rede de estações agrometeorológicas do Instituto Agrônômico (IAC). **Bragantia**, v.64, p.3, 2005.
- CARVALHO, M.P.; TAKEDA, E.Y.; FREDDI, O.S. Variabilidade espacial de atributos de um solo sob videira em Vitória Brasil (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.695-703, 2003.
- CAVALCANTE, E.G.S.; ALVES, M.C.; SOUZA, Z.M.; PEREIRA, G.T. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1329-1339, 2007.
- CORÁ, J.E.; ARAUJO, A.V.; PEREIRA, G.T.; BERALDO, J.M.G. Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.6, p.1013-1021, 2004.
- CORREIA, N.M.; DURIGAN, J.C. Emergência de plantas daninhas em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.22, n.1, p.11-17, 2004.
- DURIGAN, J. C., TIMOSSI, P. C.; LEITE, G. J. Controle químico da tiririca (*Cyperus rotundus*), com e sem cobertura do solo pela palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.22, n.1, p.127-135, 2004.
- GOLDEN SOFTWARE. **Surfer for Windows version 8.0**. Colorado: Golden, 2002.

GOMES, J.B.V.; BOLFE, E.L.; CURI, N.; FONTES, H.R.; BARRETO, A.C.; VIANA, R.D. Variabilidade espacial de atributos de solos em unidades de manejo em área piloto de produção integrada de coco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.2471-2482, 2008.

LIMA, S.O.; FIDELIS, R.R.; COSTA, S.J. Avaliação de fontes e doses de fósforo no estabelecimento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no sul do Tocantins. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, v.37, n.2, p.100-105, 2007.

LITTLE, T.M.; HILLS, F.J. **Agricultural experimentation**. New York: John Wiley & Sons, 1978. 350p.

LOURENÇO, R.W.; LANDIM, P.M.B. Mapeamento de áreas de risco à saúde pública por meio de métodos geoestatísticos. **Cadernos de Saúde Pública**, v.21, n.1, p.150-160, 2005.

MACEDO, M.C.M.; KICHEL, A.N.; ZIMMER, A.H. **Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2000. 4p. (Comunicado Técnico, 62)

MACHADO, L.O.; LANA, A.M.Q.; LANA, R.M.Q.; GUIMARÃES, E.C.; FERREIRA, C.V. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo em áreas sob sistema plantio convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.3, p.591-599, 2007.

MORAES, P.V.D.; AGOSTINETTO, D.; GALON, L.; PIESANTI, R. Agricultura de precisão no controle de plantas daninhas. **Revista da FZVA**, v.15, n.1, p.01-14. 2008.

MULLER, M.M.L.; GUIMARÃES, M.F.; DESJARDINS, T.; MARTINS, P.F.S. Degradação de pastagens na Região Amazônica: propriedades físicas do solo e crescimento de raízes. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.36, n.11, p.1409-1418, 2001.

NASCIMENTO JÚNIOR, D.; QUEIROZ, D.S.; SANTOS, M.V.F. Degradação das pastagens e critérios para avaliação. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p.325.

NOVAES FILHO, J.P.; COUTO, E.G.; OLIVEIRA, V.A.; JOHNSON, M.S.; LEHMANN, J.; RIHA, S.S. Variabilidade espacial de atributos físicos de solo usada na identificação de classes pedológicas de microbacias na amazônia meridional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.91-100, 2007.

PERON, A.J.; EVANGELISTA, A.R. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.3, p.655-661, 2004.

ROBERTSON, G.P. **GS+ Geostatistics for the environmental sciences – GS+ User's guide**. Plainwell: Gamma Design Software, 1998. 152p.

SALVADOR, A.; ANTUNIASSI, U.R. Mapeamento da distribuição espacial da infestação de plantas daninhas na cultura de milho em plantio direto. **Energia na Agricultura**, v.23, n.1, p.1-17, 2006.

SCHAFFRATH, V.R.; TORMENA, C.A.; GONÇALVES, A.C.A.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.S. Variabilidade espacial de plantas daninhas em dois sistemas de manejo de solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.1, p.53–60, 2007.

SECRETARIA DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – SEAGRO. **Clima no Tocantins**. 2008. Disponível em: <www.seagro.to.gov.br>. Acesso em: 10 abr 2010.

SILVA, F.A.S. **Software assistat: assistência estatística**. Versão 7.5 beta. Campina Grande: UAEG-CTRN-UFCG, 2008.

SHIRATSUCHI, L.S.; FONTES, J.R.A.; RESENDE, A.V. Correlação da distribuição espacial do banco de sementes de plantas daninhas com fertilidade dos solos. **Planta Daninha**, v.23, n.3, p.429-436, 2005.

SHIRATSUCHI, L.S. **Mapeamento da variabilidade espacial das plantas daninhas com a utilização das ferramentas da agricultura de precisão**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 30p.

SOUZA, Z.M.; BARBIERI, D.M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G.T.; CAMPOS, M.C.C. Influência da variabilidade espacial de atributos químicos de um latossolo na aplicação de insumos para cultura de cana-de-açúcar. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.2, p.371-377, 2007.

Data de recebimento: 12/07/2010

Data de aprovação: 22/02/2011