

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**SEMEADURA DO MILHO: VARIABILIDADE
ESPACIAL**

SIDNEI DOS SANTOS

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2017**

SEMEADURA DO MILHO: VARIABILIDADE ESPACIAL

SIDNEI DOS SANTOS

Orientador: PROF. DR. JORGE WILSON CORTEZ

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Curso de Graduação em Engenharia Agrícola para obtenção do Título de Engenheiro Agrícola.

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2017**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S237s Santos, Sidnei Dos

Semeadura do milho: variedade espacial / Sidnei Dos Santos -- Dourados:
UFGD, 2017.

30f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Wilson Cortez

TCC (Graduação em Engenharia Agrícola) -Faculdade de Ciências Agrárias,
Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Agricultura de precisão. 2. Geoestatísticas. 3. Distribuição longitudinal. I.
Titulo.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

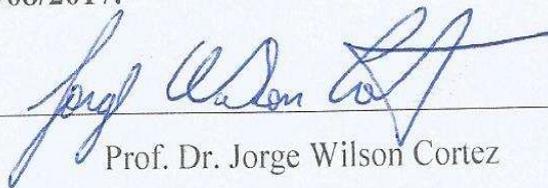
SEMEADURA DO MILHO: VARIABILIDADE ESPACIAL

Por

Sidnei dos Santos

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte dos requisitos exigidos
para obtenção do grau de Bacharel em ENGENHARIA AGRÍCOLA

Aprovado em 17/08/2017.



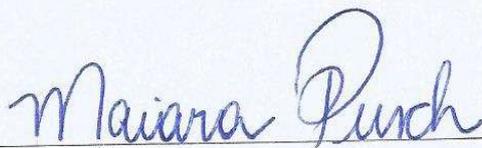
Prof. Dr. Jorge Wilson Cortez

Orientador – UFGD/FCA



Prof. Dr. Roberto Carlos Orlando

UFGD/FCA



Eng. Agrícola, Maiara Pusch

Mestranda - UFGD/FCA

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sempre me abençoar com saúde para poder seguir em frente.

À minha família que sempre está ao meu lado em todos os momentos me apoiando e auxiliando em minhas decisões.

Também agradecer os professores da FCA que me deram toda a atenção, compartilhando seus conhecimentos para minha formação.

Agradecimentos especiais ao professor Dr. Jorge Wilson Cortez que me orientou neste trabalho dando todo apoio necessitado.

Ao acadêmico Márcio Moreira da Silva que auxiliou nas coletas de dados e á mestrandia Maiara Pusch pela colaboração neste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	6
2 INTRODUÇÃO.....	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1 Semeadura do milho.....	10
2.2 Variabilidade espacial.....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1 Local.....	14
3.2 Georreferenciamento dos pontos amostrais.....	15
3.3 Atributos.....	15
3.3.1 Estande de plantas.....	15
3.3.2 Distribuição longitudinal.....	15
3.4 Análise dos dados.....	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
4.1 Estatística descritiva.....	17
4.2 Análise espacial.....	18
5 CONCLUSÕES.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

SANTOS, S. **Semeadura do milho: variabilidade espacial**. 2017. 28f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrícola), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS.

RESUMO

O estado de Mato Grosso do Sul é um dos destaques na produção de milho segunda safra, a cultura atende tanto a demanda pecuária quanto a indústrias agropecuárias sendo fundamental uma boa produtividade, para isso todos os cuidados são de grande importância no manejo, espaçamentos utilizados, população, variedade utilizada, profundidade de plantio, e o arranjo de plantas. Objetivou-se avaliar a variabilidade espacial na semeadura do milho com o emprego da agricultura de precisão, para avaliar o estande e distribuição longitudinal. O estudo foi realizado em uma área de 16 ha dividida em 35 pontos de 0,46 ha. Cada ponto amostral foi medido 3 linhas de semeadura com 3 metros de cada linha. Os dados foram processados e submetidos à análises descritivas e à geoestatística a fim de obter o estande de plantas e a distribuição longitudinal. Em relação ao estande de plantas a média ficou 4,305 plantas por metro, resultado satisfatório. Para o espaçamento normal atingiu 76,26% abaixo da meta de 90% Para uma semeadora-adubadora, por outro lado o espaçamento duplo ficou abaixo com 9,81% abaixo de 10%, resultado positivo. Espaçamento falho com média de 13,96% ultrapassou de 10 %, o que acarretou em menor estande e menor eficiência no uso da área. Em relação ao mapa de estande, 38,24% da área apresentou estande acima de oito plantas por metro e 30,39% abaixo de 3,5 plantas por metro, somente 6,86% atingiu estande ideal entre 4,5 a 5 plantas por metro. Quanto à distribuição normal, 14,71% da área esta dentro do intervalo aceitável 80 a 90% de normalidade, porém, a maior parte da área 77,45% ficou entre 70 a 80% de normalidade abaixo do esperado 90%. Para o espaçamento falho 43,14% ficou abaixo de 10%, mesmo que encontrado pequenas regiões (5,86%) que alcançaram 75% de falho. Espaçamento duplo 40,20% da área ficou entre 10-20% acima do aceitável 10%.

Palavras-chave: agricultura de precisão, geoestatísticas, distribuição longitudinal,

SANTOS, S. Corn sowing: spatial variability. 2017. 28f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrícola), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS.

ABSTRACT

The state of Mato Grosso do Sul is one of the highlights in the production of second crop corn, the crop meets both the livestock demand and the agricultural and livestock industries, being fundamental a good productivity, for that all the care is of great importance in the handling, used spacing, population, variety used, depth of planting, and arrangement of plants. The objective of this work was to evaluate the spatial variability in maize sowing with the use of precision agriculture, evaluating the spacing, stand and population. The study was conducted in an area of 16 ha divided in 35 points of 0.46 ha each. In relation to the plant stand the average was 4.305 plants per meter, a satisfactory result. For the normal spacing reached 76.26% below the 90% target. For a seed drill, on the other hand double spacing was below with 9.81% below 10%, a positive result. Failure spacing with an average of 13.96% exceeded 10%, which resulted in a smaller booth and less efficiency in the use of the area. Regarding the stand map, 38.24% of the area had a stand above eight plants per meter and 30.39% below 3.5 plants per meter, only 6.86% reached an ideal stand between 4.5 and 5 plants per meter. As for the normal distribution, 14.71% of the area is within the acceptable range 80 to 90% of normality, however, most of the area 77.45% was between 70 to 80% of normality below the expected 90%. For the faulty spacing 43.14% was below 10%, even if small regions (5.86%) were found to have reached 75% of failure. Double spacing 40.20% of the area was between 10-20% above the acceptable 10%.

Key-Words: Precision agriculture, geostatistics, longitudinal distribution.

2 INTRODUÇÃO

Segundo a reportagem de Renata Volpe Haddad, estudo realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) prevê aumento de 43% na produção do milho no estado de Mato Grosso do Sul, saindo de 6.029 milhões de toneladas para 8.662 milhões para a safra de 2017. Sendo o milho de segunda safra, milho safrinha, responsável por 42% do crescimento da produção total de 21.471 milhões de toneladas, superando as 15 milhões da safra anterior, 2016. Outro crescimento foi em áreas plantadas, subindo de 3.961 para 4.094 milhões de hectares.

Todo esse crescimento é devido aos constantes recordes de produção que a cultura vem propiciando fazendo que novos produtores invistam no cultivo do milho segunda safra como forma de obter um maior lucro vindo da propriedade.

A técnica de AP só foi possível graças ao surgimento do GPS (sistema de posicionamento global), que revolucionou a agricultura tradicional com novos recursos tecnológicos como os sensores, técnicas de sensoriamento remoto, aplicação de insumos em taxas variáveis e a possibilidade de aumentar a produtividade sem a necessidade de abrir novas áreas, ficando possível a interação em tempo real entre a máquina e o implemento com o solo, tornando o manejo cada vez mais preciso, alavancando a produtividade com baixo custo de implantação tornando uma ferramenta indispensável em aumento de produção por se tratar de uma prática barata e fácil de ser implantada.

Anteriormente em grandes áreas às aplicações de insumos eram embasadas por amostras feitas em vários pontos, e ao final misturada a fim de obter uma amostra homogênea que representasse a propriedade, as aplicações eram uniformemente distribuídas baseadas em necessidades médias, subestimando necessidades maiores e superestimando as necessidades menores, minimizando as operações no campo por não realizar várias regulagens do mesmo implemento custando um maior tempo de aplicação.

Com a possibilidade de aplicar insumos em taxas variáveis surgiu a necessidade de redesenhar a propriedade, de acordo com a variação de seus atributos físicos e químicos, em pequenas subáreas manejando cada uma de acordo com as suas necessidades, reduzindo gastos e obtendo um maior conhecimento e domínio da

propriedade. Isto resultaria em alocar cultivares em áreas que melhor atende os requisitos para uma boa produtividade.

Conhecendo a variabilidade da propriedade, geram-se mapas de acordo com cada subárea possibilitando um manejo adequado com as condições exigidas com o máximo de aproveitamento de seus recursos físico-químicos com o mínimo de agressão ao meio ambiente causado por um manejo deficitário. A forma de manejar interfere diretamente no resultado final da cultura exigindo conhecimento e domínio sobre a área.

A demarcação da variabilidade faz parte dos requisitos para uma boa produtividade e o início da implantação da agricultura de precisão.

A AP tem o papel de auxiliar o produtor na tomada de decisão sobre os entropostos do dia-a-dia realizando intervenções das atividades permitindo um gerenciamento metro a metro da propriedade com acompanhamento e correções em tempo real através do sensoriamento.

A agricultura é o setor que mais cresce no país vindo do aumento da produção e da crescente exportação dos grãos, possibilitando investimentos em novas tecnologias no campo. A agricultura também atua na geração de empregos, diretos e indiretos, pois a cada dia surgem novas empresas de assistência técnica especializadas para o setor de tecnologia agrícola empregando profissionais capacitados movimentando a economia.

Com novas empresas surgindo a cada dia estimulando a competitividade fazendo com que os preços ficam mais acessíveis aos pequenos produtores podendo adquirir a tecnologia e aumentar a produtividade.

Com isso, objetivou-se avaliar a variabilidade espacial da semeadura do milho (*Zea mays*).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Semeadura do milho

A cultura do milho em alguns estados do Brasil é semeada na época do inverno, chamada segunda safra ou safrinha. Embora semeada em uma época pouco favorável a cultura, estudos apontam crescimento em áreas e aumento da produtividade. O milho é um dos principais e mais tradicionais cereais cultivados em todo o Brasil, ocupando significativa importância quanto ao valor da produção agropecuária, caracterizada pelas diversidades da sua utilização, que vai da alimentação animal até indústria de alta tecnologia (FORNASIERI FILHO, 2007).

Vários fatores devem ser levados em conta na implantação da cultura: tipo de solo, disponibilidade hídrica, condições climáticas, profundidade e velocidade de semeadura dentre outros.

Em termos de solo, os Latossolos com teores entre 30- 35 % de argila são os mais recomendados para o cultivo, devido a boa capacidade de retenção de água e nutrientes, Bernecki et al. (1972).

A disponibilidade hídrica fundamenta o entendimento das relações solo-planta-atmosfera a fim de determinar a melhor época de semeadura em cada região e planejando o manejo da água combatendo o déficit hídrico da lavoura afetando todo o desenvolvimento da planta (BERGAMASCHI, 1992).

Na adubação de semeadura o ideal é ser realizada conforme os resultados da análise de solo e levando em conta a variabilidade do solo e seus atributos físico-químicos. As condições climáticas afetam o desempenho devido à temperatura, disponibilidade de água, radiação solar. A planta necessita que estes fatores atinjam níveis ótimos para um bom desenvolvimento (FRATTINI, 1995).

De acordo com Shaw (1977), as maiores produções de milho ocorrem nos meses mais quentes com temperaturas oscilando de 21°C a 27°C. Frattini, (1975) relata que as temperaturas favoráveis estejam entre 25 a 30° C. Então a razão pela qual esta fase deve ser criteriosamente planejada, com o intuito de coincidir com o período estacional que apresente temperaturas favoráveis.

A profundidade da semeadura está condicionada aos fatores temperatura, umidade do solo e tipo de solo. Estudando a emergência de milho, Gupta et al. (1988) observaram que, em temperaturas favoráveis, existe correlação linear positiva entre a profundidade de deposição da semente e o tempo necessário para a emergência das plântulas. Fancelli & Dourado Neto. (2000) descrevem que a profundidades adequadas entre 3 e 5 cm para solos argilosos e 4 e 6 cm para solos arenosos.

Em relação a velocidade é influenciada pela quantidade de palhada deixada pela cultura antecessora e a eficiência do implemento em cortá-la. Portella (1997), Mantovani e Bertaux (1990), afirmaram que a velocidade tem influência na distribuição das sementes, ou seja, que o espaçamento é aumentado à medida que a velocidade de deslocamento aumenta.

De acordo com Balbino JR. et al. (2005), o potencial de produtividade de grãos de milho é determinado pela densidade de semeadura, população final de plantas, número de espigas por planta, comprimento de espigas, número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira, massa média do grão e pelo genótipo utilizado.

A acurácia e a precisão no processo de semeadura são itens de grande importância para que possa tirar a máxima produtividade. Johnson et al; (1998) e Almeida & Sangoi (1996) atribuem ao ganho no rendimento, a redução do espaçamento entre linhas e ao decréscimo de competição por luz, água e nutrientes, vindos de uma distribuição igualitária de plantas. A velocidade da semeadora tem correlação negativa com as variáveis de respostas que identificam a qualidade do processo (KURACHI et al. 1989; SATTLER et al. 1996). São inúmeros os fatores apontados como fonte de redução de população de plantas do milho: doenças nas sementes (REIS & CASA, 1996), regulagem da semeadora (EMBRAPA 1996), e a transposição da palha da cultura antecedente (SATTLER et al. 1996).

Os avanços do melhoramento genético resultam em híbridos cada vez mais produtivos, demandando práticas de manejo atualizadas para maximizar o potencial produtivo (SANGOI, 2001).

2.2 Variabilidade espacial

O termo agricultura de precisão engloba o uso de tecnologias para o manejo do solo, insumos e cultura, de modo adequado às variações espaciais dos fatores que afetam a produtividade Embrapa (1996). Segundo Srinivasan (2006), a agricultura de precisão (AP) pode ser definida como o conjunto de estratégias holísticas e ambientais nas quais os produtores rurais podem variar os métodos de cultivo e a utilização de insumos comparando as variações espaciais de fatores de produção e a produtividade de cada subárea, reduzindo custos com altas dosagens geradas por um gerenciamento deficitário baseado em necessidades médias.

O conceito de agricultura de precisão leva em conta as características espaciais das variáveis consideradas no processo de produção, sob o enfoque de uma utilização racional do solo que conduza a um aprimoramento da produtividade com redução dos impactos ambientais, aliada a uma minimização de custos, revendo os conceitos das práticas agrícolas adotadas atualmente (LAMPARELLI & ROCHA, 1997).

Alguns critérios são importantes para a implantação da AP, como: (i) a evidência de variação espacial e temporal dos fatores que influenciam a produção de lavoura da região; (ii) identificar e quantificar esta variação existente; (iii) capacidade de localizar a aplicação de insumos e práticas de manejo (NORGARA, 2007).

A variação espacial contribui de forma direta para as ações nas lavouras, otimizando recursos e gerando lucro, além de contribuir no levantamento e classificação de solos e no uso racional de insumos, analisando o histórico de desenvolvimento das culturas caracterizando a variabilidade espacial influenciando na escolha da variedade, locação de população, levantamento e classificação do solo, visando a maior produção, Dampney & Moore (1999).

Em uma mesma lavoura é possível encontrar subáreas com diferentes níveis de qualidade e com diferentes potenciais produtivos, embora as práticas de manejo adotadas tenham sido aplicadas uniformemente (AMADO et al., 2005). Cada área demanda um manejo apropriado e especialmente desenvolvido a mesma.

O manejo localizado apresenta uma produtividade homogênea e superiores ao manejo uniforme, relatam Milani et al. (2006) devido a aplicação de insumos em medidas adequadas para o bom desenvolvimento da cultura, pois a

aplicação de defensivos e fertilizantes podem gerar problemas ambientais e aumentando o custo de produção quando aplicados incorretamente, afirmam Dordemann & Ping (2004).

As ferramentas que compõe a AP são: (i) sistema de posicionamento geográfico, no caso o sistema de posicionamento global (GNSS, do inglês "Global Nevegation Satellite System"); (ii) sistema de informação geográfica (SIG); (iii) sistemas de sensoriamento próximo ou remoto e (iv) mecanismos para aplicação de insumos em taxa variável (NORGARA, 2007).

O GNSS é formado por uma constelação de 24 satélites possibilitando a identificação das coordenadas de uma posição. O SIG é um programa de informática responsável pelo armazenamento e transformação de dados vindos do campo. O sensoriamento da área é o acompanhamento em tempo real da lavoura, podendo ser a instalação de sensores de monitoramento, ou de dados encaminhado em tempo real de uma estação meteorológica automática.

Mecanismos de aplicação em taxa variável são sistemas de distribuição localizada de insumos realizada seguindo as recomendações feitas com base no diagnóstico espacial realizado, sendo aplicação de calcário, fertilizantes, herbicidas, fungicidas e inseticidas (NORGARA, 2007).

As técnicas de agricultura tradicional possibilitam uma boa produtividade e um bom retorno ao produtor, porém pode não atingir o potencial máximo da cultura e até mesmo gerar gastos indevidos por conta de um manejo que não atende as necessidades da cultura.

Assim, as ferramentas da agricultura de precisão destacam-se como alternativa no gerenciamento da variabilidade espacial e temporal das lavouras orientando práticas de manejo, melhorando o desempenho da cultura e aumento de produção, relatam Molin (1997); Milani et al. (2006).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O trabalho foi conduzido na FAECA – Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD no município de Dourados, MS. O local situa-se em latitude de 22°14'S, longitude de 54°59'W e altitude de 434 m. O clima é do tipo: Am, segundo a classificação de Köppen. O solo da área é um Latossolo Vermelho distroférico.

A área cultivada é de 16 hectares e foi dividida em 35 parcelas, cada parcela corresponde a um ponto amostral, totalizando 35 pontos amostrais (PA), cada linha foi representada como L e numerada para distinção.

A variedade semeada foi uma semente de milho híbrido convencional SW5130, com 98% de pureza e 90% de germinação mínima, conforme dados do fabricante é a Status (Guerra), no sistema de semeadura direta.

Foi utilizada a semeadora Baldan (*solo grafic*) mecânica de discos horizontal entre os pontos 1 ao 17, logo após foi utilizada a semeadora Jumil PD pneumática, ambas tracionada por um trator da Massey Ferguson modelo 296 em uma velocidade de 5 km h⁻¹ no dia 05/03/2017 a uma profundidade de 5 cm.

A figura 1 traz a área de estudo e a distribuição dos pontos amostrais.

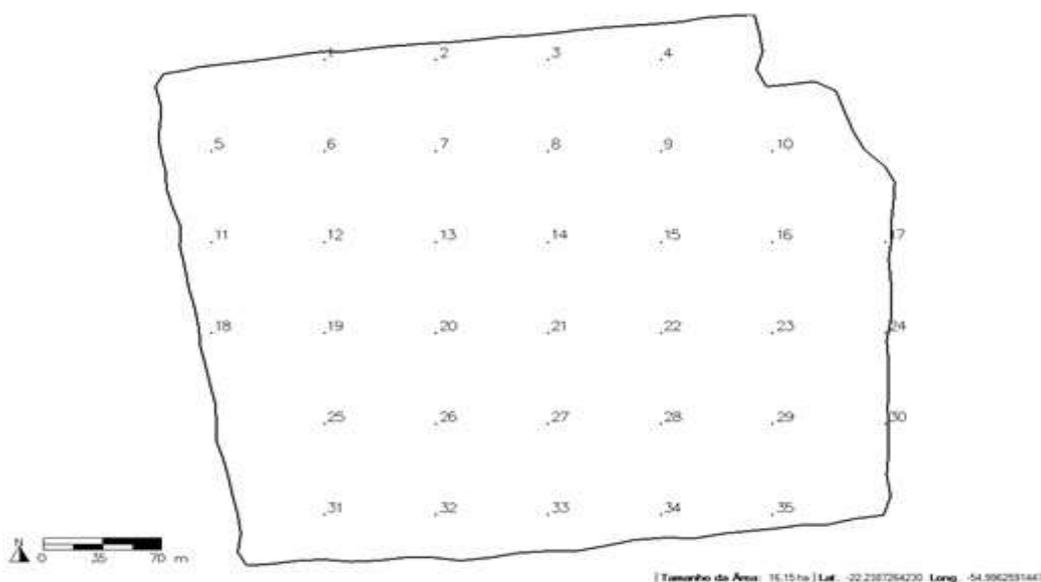


FIGURA 1. Área amostral e a distribuição dos pontos de coletas.

3.2 Georreferenciamento dos pontos amostrais

O georreferenciamento dos pontos amostrais para a análise de uniformidade de semeadura foi realizado pela utilização do aplicativo de GNSS disponível para o sistema operacional Android, chamado C7GPS Dados e C7GPS Malha, utilizando coordenadas métricas (UTM WGS84).

A distribuição de pontos amostrais para as análises de uniformidade de semeadura e coleta de amostras de solo foi feita em grade regular 460 m² por célula. Esta grade regular com as respectivas coordenadas inseridas no receptor, os pontos foram localizados na área a ser estudada e foi realizada a identificação das linhas de semeadura para análise do coeficiente de variação (C.V.) de distribuição de plantas.

Em cada ponto foram analisadas três linhas de semeadura de 3 metros de comprimento cada. O georreferenciamento da distribuição dos dados coletados será utilizado na confecção dos mapas para posterior análise.

3.3 Atributos

3.3.1 Estande de plantas

Foram coletadas as distâncias entre plantas emergidas em três metros consecutivos de cada linha do ponto amostral.

3.3.2 Distribuição longitudinal

Na avaliação de distribuição longitudinal ou uniformidade de espaçamentos entre plântulas foi utilizado uma trena. A porcentagem de espaçamentos normais, falhos e duplos obtida de acordo com Kurachi et al. (1989), considerando-se porcentagens de espaçamentos: "duplos" (D): $< 0,5$ vez o Xref espaçamento de referência, "normais" (A): $0,5 < X_{ref} < 1,5$, e "falhos" (F): $> 1,5$ o Xref.

3.4 Análise dos dados

Inicialmente os dados foram analisados por meio da estatística descritiva, segundo Vieira et al. (2000), obtendo-se média, variância, coeficiente de variação,

assimetria e curtose. Sendo utilizado o teste Ryan- Joiner para verificar a normalidade dos dados.

Para verificação da dependência espacial, interpolação dos dados e construção de mapas será empregada à análise geoestatística. Será construído o semivariograma, partindo das pressuposições de estacionaridade da hipótese intrínseca e do cálculo da função semivariância. Será calculado o semivariograma para analisar a dependência espacial. O ajuste do semivariograma será efetuado considerando-se o maior valor do coeficiente de determinação (r^2), menor valor da soma de quadrados dos desvios (RSS) e maior valor do avaliador de dependência espacial (ADE).

O semivariograma experimental fornece estimativas dos parâmetros: efeito pepita (C_0), patamar ($C_0 + C$) e alcance. O efeito pepita (C_0) é o parâmetro do semivariograma que indica a variabilidade não explicada dos modelos, considerando a distância (h) de amostragem utilizada. O semivariograma apresenta efeito pepita puro quando a semivariância for igual para todos os valores de h . O patamar ($C_0 + C$) é o valor da semivariância em que a curva se estabiliza sobre um valor constante, sendo representado pelo ponto em que toda a semivariância da amostra é de influência aleatória. À medida que h aumenta a semivariância também aumenta até um valor máximo no qual se estabiliza. O alcance da dependência espacial representa a distância na qual os pontos amostrais estão correlacionados entre si.

Em seguida à modelagem dos semivariogramas, foi realizada a interpolação por krigagem ordinária, sendo esta uma técnica de interpolação para estimativa de valores de uma propriedade em locais não amostrados. A krigagem faz uso de um interpolador linear não tendencioso e de variância mínima, que assegura a melhor estimativa dos dados não amostrados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estatística descritiva

O estande apresentou uma média de 4,30 plantas por metro, valores próximos observados pela mediana, os dados apresentaram um cv de 23,56, com uma distribuição assimétrica positiva. Arcoverde et al. (2016) estudando a qualidade de semeadura, obtiveram média próxima, porém, superior a deste trabalho, mesmo com uma maior velocidade de semeadura maior.

Em relação aos espaçamentos, a média e mediana apresentaram valores próximos, porém, somente o espaçamento normal apresenta valores de CV e DP baixos. Para a classe de espaçamentos falho observa-se uma média de 13,96 e mediana de 12,96 ficaram acima dos 10 % de Tourino et al (2009). Arcoverde et al (2016) e Santos et al (2011), embora com velocidades de 8 km h⁻¹ e 5,94 km h⁻¹ respectivamente, também ficaram acima dos de 10%, que segundo Tourino et al (2009) espaçamentos falhos e duplos acima de 10% mostram que a semeadora não teve um bom desempenho.

Mesmo que a média esta próxima do ideal, ao mesmo tempo superior isso se torna perda em estande, população e na produtividade de grãos por metros quadrado.

O espaçamento duplo o resultado ficou abaixo de 10%, mesmo com um alto valor de CV (69,39). Santos et al (2011) obtiveram um CV inferior com velocidade menor (4,58 km h⁻¹). Arcoverde et al (2016), com velocidade superior (8 km h⁻¹) alcançaram valores maiores para o CV. Sendo assim a velocidade da semeadura um fator de influência no espaçamento.

A probabilidade aponta dados simétricos para os indicadores de espaçamento normal, falho e duplo, ao contrário do indicador de estande que apresentou 0,022 sendo assimétrico.

A classe de espaçamentos normal apresentou valores de 76,26%, sendo assim não atingiu a meta de 90% para uma semeadora- adubadora pneumática, estando abaixo ao valor de Melo et al (2013) e Weirich Neto et al (2015) de 90%.

QUADRO 1. Estatística descritiva dos dados de estande e distribuição longitudinal.

Parâmetros	Estande (plantas por metro)	Espaçamentos		
		Normal (%)	Falho (%)	Duplo (%)
Média	4,305	76,23	13,96	9,81
DP	1,014	7,59	9,51	6,81
Variância	1,029	57,68	90,48	46,37
CV	23,56	9,96	68,14	69,39
Mínimo	2,556	56,55	0	0
Mediana	3,778	75,79	12,96	9,39
Máximo	6	93,75	39,29	24,86
Assimetria	0,09	0,18	0,56	0,63
Curtose	-1,47	0,91	-0,18	-0,44
Probabilidade	0,022	>0,10	>0,10	>0,10

* $p \geq 0,05$ dados normais, não significativo - simétrico; ** $p < 0,05$ dados não normais, significativo - assimétrico. DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação;

Uma possível causa da alta variação é a velocidade de semeadura. Garcia et al (2006) concluíram que aumento da velocidade proporciona menor percentual de espaçamento normal e aumento dos espaçamentos falhos e duplos. Outras possíveis causas, notadas por Arcoverde et al (2016), são atribuída a relação dos fatores máquinas, mão de obra e ambiente. Weirich Neto et al (2015) destacaram possíveis fatores que afetam a semeadura do milho: disco ou anel inadequado, pressão imprópria no sistema pneumático, tratamento da semente com alta abrasividade. De acordo com Canova et al (2007), a elevação da capacidade de trabalho efetiva da semeadora-adubadora pelo uso de velocidades mais elevadas comprometem a qualidade da operação, influenciando diretamente na distribuição longitudinal entre plantas e no estande final. Além destes fatores citados, Casão Júnior et al (2000) afirmam que a correta regulação interferem na distribuição de sementes.

4.2 Análise espacial

De acordo com o quadro 2 não houve efeito pepita (C_0) em nenhuma das variáveis ajustadas pelo modelo esférico. O estande de plantas apresentou um patamar de 1,48 e um alcance de na casa de 350 metros. Valores maiores foram encontrados para o espaçamento falho com alcance de 471,06 m e um patamar de

118,40. Já o espaçamento normal teve um menor patamar 69,45. Espaçamento duplo obteve menor alcance 297,27.

O alcance indica o limite da dependência espacial da variável, ou seja, determinações realizadas a distâncias maiores que o alcance tem distribuição espacial aleatória independente, por este motivo é importante para a interpretação dos semivariogramas, por indicar a distância até onde os pontos amostrais estão correlacionados entre si, ou seja, os pontos localizados em uma área cujo raio seja o alcance, são mais semelhantes entre si, do que os separados por distâncias maiores (VIEIRA et al., 1983; CARVALHO et al., 2002).

QUADRO 2. Dados ajustados do semivariograma para estande e distribuição longitudinal.

	Estande	Espaçamentos		
		Normal	Falho	Duplo
Modelo	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico
Co	0	0	0	0
Co+C	1,48	69,45	118,40	71,18
A (m)	351,42	431,29	471,06	297,27

Observando o mapa de estande (Figura 2) nota-se que a semeadura ficou na sua maior parte (38,24%) acima do estande esperado de 5 plantas por metro que acarretando em maior competição intraespecífica, gerando espigas menores, maior suscetibilidade de doenças e pragas, resultando em baixa produtividade.

A segunda maior parte (30,39%) ficou abaixo do estande com 3,5 plantas por metro. A baixa densidade de plantas reduz a interceptação da radiação solar por área, favorecendo a população de grãos por planta, por outro lado reduz a produtividade por área (SANGOI, 2001). O número de plantas na linha é inversamente proporcional a velocidade de semeadura, Silva et al (2000). Furlani et al (1999), notaram redução de estande e da produtividade da cultura na mudança de velocidade de 3 para 5 km h⁻¹. Fey et al (2000) afirmam que a velocidade influencia na distribuição longitudinal da semente.

Em relação ao mapa de espaçamento normal (Figura 3), 77,45% da área esta dentro do considerado normal para a semeadura a qual apresentaram de 70 a 80% de normalidade na distribuição de sementes, inferiores aos 90% de normalidade encontrada

pelos autores: Tourino et al (2009), Melo et al (2013) e Weirich Neto et al (2015), para uma semeadora pneumática.

O espaçamento falho (Figura 4), em 43,14% da área esta abaixo de 10% de falho em semelhança com de Arcoverde et al. (2016) em uma velocidade maior e Santos et al (2011) em velocidade próxima a deste trabalho. Embora em uma pequena área fossem encontrados 25% de falho, o resultado é satisfatório.

Resultados semelhantes são encontrados no espaçamento duplo (Figura 5), sendo que 40,2% da área esta entre 10 a 20%. Arcoverde et al. (2016) alcançaram uma média de 10,99% de duplos.

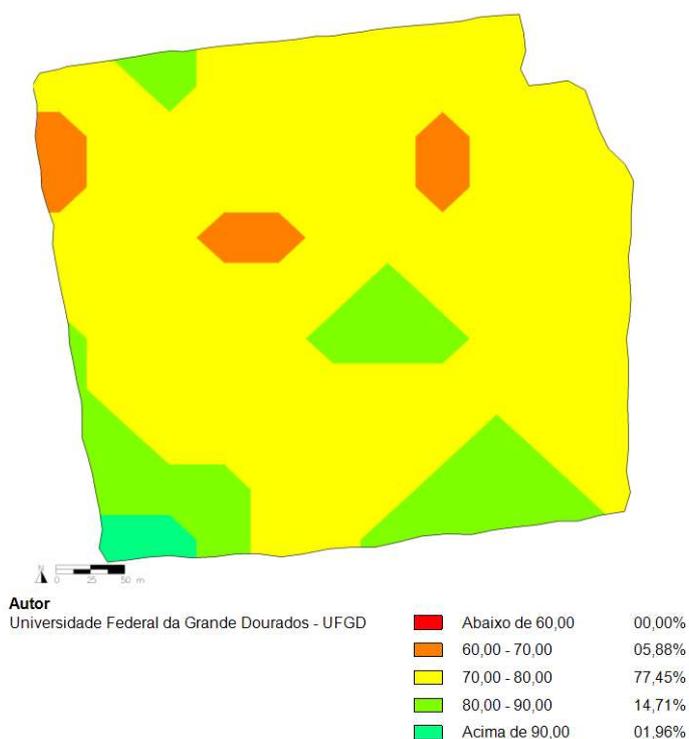


FIGURA 2. Espacialização da distribuição longitudinal normal.

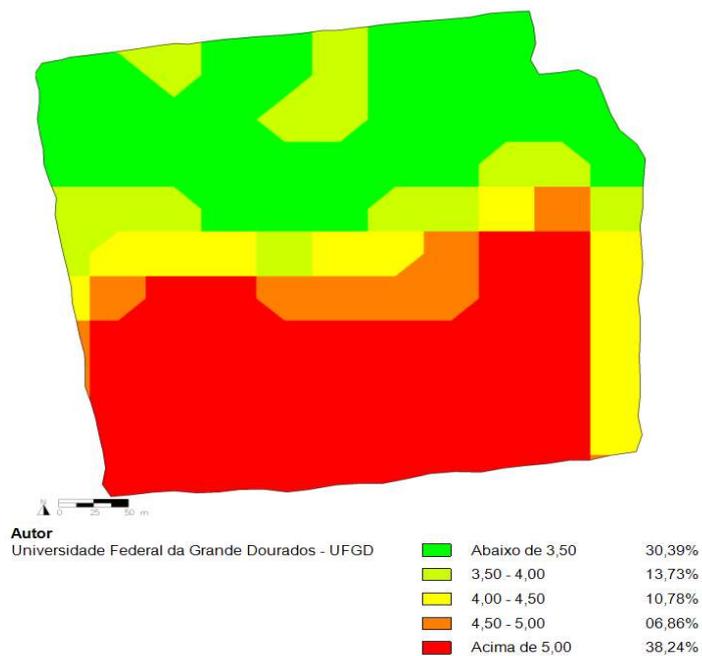


FIGURA 3. Espacialização do estande de plantas por metro.

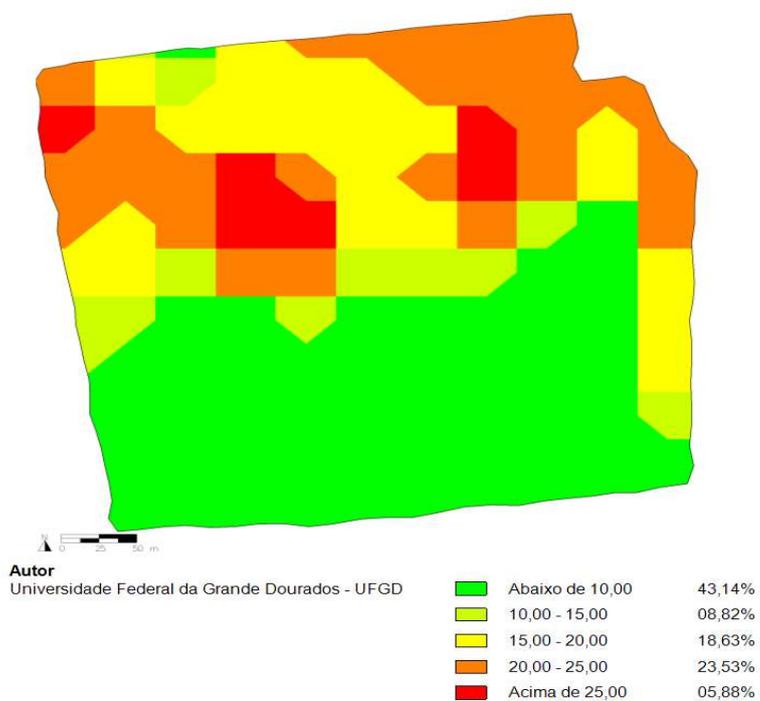


FIGURA 4. Espacialização da distribuição longitudinal falho.

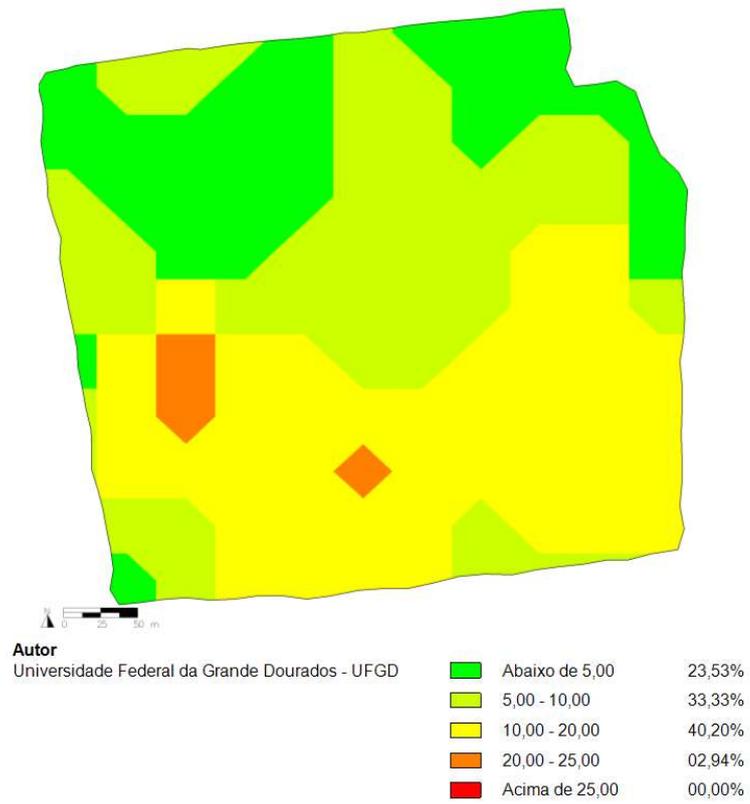


FIGURA 5. Espacialização da distribuição longitudinal duplo.

5 CONCLUSÕES

A semeadura do milho foi considerada normal, por atingir média de distribuição normal acima de 60% de regularidade.

A distribuição do estande de plantas, como normal, falho e duplo apresentam dependência.

A espacialização do estande permitiu distinguir duas regiões na área com valores distintos em virtude da mudança de semeadora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M.L.; SANGOI, L. Aumento da densidade de plantas de milho para regiões de curta estação estival de crescimento. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, v.2, n.2, p.179-183,1996.

AMADO, T.J.C.; NICOLOSO, S. R.; LANZANOVA, M.; SANTI, A.L.; LOVATO, T. A compactação pode comprometer os rendimentos de áreas sob plantio direto. Revista Plantio Direto, n.89, p.34-42, 2005.

ARCOVERDE, S. N. S.; de SOUZA, C. M. A.; CORTEZ, J. W.; GUAZINA, R. A.; MACIAK, P. A. G. Qualidade Do Processo De Semeadura Da Cultura Do Milho De Segunda Safra. Engenharia na Agricultura, Viçosa - MG, V.24 N.5, 2016.

BALBINOT JR. A.; BRACKS. R. A.; OGLIARI. A. C.; FONCECA. J. A. Contribuição de componentes de rendimento na produtividade de grãos em variedades de polinização aberta de milho. Revista Brasileira de Agrociência, v.11, n.2, p.161-166, 2005.

BERGAMASCHI, H. Desenvolvimento do déficit hídrico em culturas. In: Bergamaschi, h. (Coord.). Agrometeorologia aplicada à irrigação. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1992. p. 25-32.

BERNACKI, H.; HAMAN, J.; KANAFOJSKI, C. Teoria e construção de máquinas agrícolas. Washington: USDA-NSF, 1972. v. 1, 883p.

CANOVA, R.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; CORTEZ, J. W. Distribuição De Sementes Por Uma Semeadora-Adubadora Em Função De Alterações No Mecanismo Dosador e De Diferentes Velocidades De Deslocamento. Engenharia na Agricultura, v.15, n.3, 299-306, jul./set., 2007.

CARVALHO, J.R.P.; SILVEIRA, P.M.; VIEIRA, S.R. Geoestatística na determinação da variabilidade espacial de características químicas do solo sob diferentes preparos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.37, p.1151-1159, 2002.

CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; ARAÚJO, A. G.; RALISH, R. Dinâmica De Semeadoras Diretas Em Primeiro De Maio - PR. Londrina: IAPAR, 2000. 14p.

CORTEZ, J.W.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P. Semeadoras de precisão. Cultivar Máquinas, n.56, p.16-19, 2006.

DODERMANN, A.; PING, J. L. Geostatistical integration of yield monitor data and remote sensing improves yield maps. Agronomy Journal, Madison, v. 96, n. 1, p. 285-297, 2004.

DOBERMANN, A. & GEORGE, T. Field-scale soil fertility variability in acid tropical soils. In: World Congress of Soil Science, 15., Acapulco. Transactions. Acapulco, 1994. v.5. p.610-627. 1994.

EMBRAPA. Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Recomendações técnicas para o cultivo do milho. 2.ed. Brasília: SPI/EMBRAPA/CNPMS, 1996. 204p.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Fisiologia da produção e aspectos básicos de manejo para alto rendimento. In: SANDINI, I.E.; FANCELLI, A.L. Milho: estratégia de manejo para Região Sul. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2000. 209 p.

FEY, E.; SANTOS, S.R.; FEY, A. Influência da velocidade de semeadura sobre a produtividade de milho. In: congresso brasileiro de engenharia agrícola, 29., 2000, Fortaleza. Anais... Fortaleza: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2000.

FORNASIERI FILHO, D. Manual da cultura do milho. 1. ed. Jaboticabal: Funep, 2007. 273 p.

FRATTINI, J.A. Cultura do milho. Campinas: CATI, 1975. 26p.

FURLANI, C.E.A.; LOPES, A.; ABRAHÃO, F.Z.; LEITE, M.A.S. Características da cultura do milho em função do tipo de preparo do solo e da velocidade de semeadura. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.19, n.2, p.177-86, 1999.

GARCIA, L. C.; JASPER, R.; JASPER, M.; FORNARI, A. J.; BLUM, J. Influência da velocidade de deslocamento na semeadura do milho. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.26, n.2, p.520-527, 2006.

GUPTA, S.C.; SCHENEIDER, E.C.; SWAN, J.B. Planting depth and tillage interactions on corn emergence. Soil. Science Society of America Journal, Madison, v.52, n.4, p.1122-27, 1988.

JOHNSON, G.A.; HOVERSTAD, T.R.; GREENWALD, R.E. Integrated weed management using narrow corn row spacing, herbicides, and cultivation. Agronomy Journal, v. 90, n.1, p.40-46, 1998.

KURACHI, S.A.H.; COSTA, J.A.S.; BERNARDI, J.A.; COELHO, J.L.D.; SILVEIRA, G.M. Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaio e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. Bragantia, Campinas, v.48, n.2, p.249-62, 1989.

LAMPARELLI, R. A. C.; ROCHA, J. V. Agricultura de precisão: maior produtividade e menor custo. Agrosoft, n. 1, p.1-6, 1997. Disponível em: www.agrosoft.com.br/revista/. Acesso em 01-06-2017.

LANDIM, P.M.B. Análise estatística de dados geológicos. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998. 226p. (Ciência e Tecnologia).

MANTOVANI, E.C.; BERTAUX, S. Avaliação do desempenho de semeadoras-adubadoras de milho no campo. Sete Lagoas, MG. Mi: ASAE, 1990, 12p.

Melo, R. P.; Albiero, D.; Almeida M, L.; Souza, F. H.; & Guedes, S, J. (2013). Qualidade na distribuição de sementes de milho em semeadoras em um solo cearense. *Revista Ciência Agronômica*, 44(1).

MILANI, L.; SOUZA, E. G. DE; URIBE-OPAZO, M. A.; GABRIEL FILHO, A.; JOHANN, J. A.; PEREIRA, J. O. Unidades de manejo a partir de dados de produtividade. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.28, p.591-598, 2006.

MOLIN, J. P.; RABELLO, L. M. Estudos sobre a mensuração da condutividade elétrica do solo. *Engenharia Agrícola*, v.31, p.90-101, 2011.

NORGARA, F. N. Variabilidade espacial da produtividade de milho em duas glebas na região de Guarapuava-PR. Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia à Universidade Federal do Paraná, (2007). 130p.

PORTELLA, J.A. Mecanismos dosadores de sementes e de fertilizantes em máquinas agrícolas. Passo Fundo: Embrapa- CNPT, 1997, 40p. (Embrapa- CNPT. Documentos, 41).

Renata Volpe Haddad. Reportagem publicada 'Produção de grãos em MS deve crescer em 2017, estima IBGE' , online (www.campograndenews.com.br) no dia 09/02/2017 e acessado em 05/06/2017.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 31, p. 159 - 168 2001.

SANTOS, A.J.M.; GAMERO, C.A.; OLIVEIRA, R.B.; VILLEN, A.C. Análise Espacial Da Distribuição Longitudinal De Sementes De Milho Em Uma Semeadora-Adubadora De Precisão. *Bioscience Journal*, v.27, n.1, p.16-23, 2011.

SATTLER, A., PORTELLA, J., & FAGANELLO, A. (1996). Avaliação do desempenho de semeadoras de precisão em plantio direto de milho. *Revista Plantio Direto*, Passo Fundo, 1(33), 27.

SHAW, R.H. Climatic requirents. In: CORN and com improvement. Madison: American Society of Agronomy, 1977. p.591- 623. (ASA. Agronomy, 18).

SILVA, J.G.; KLUTHCOUSKI, J.; SILVEIRA, P.M. Desempenho de uma semeadora-adubadora no estabelecimento e na produtividade da cultura do milho sob plantio direto. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.57, n.1, p.7-12, 2000.

SRINIVASAN, A. Precision agriculture an overview. In: Handbook of Precision 114 Agriculture, principles and applications In: SRINIVASAN, A. Handbook of Precision Agriculture, principles and applications. New York -NY: FoodProducts Press, 2006. p. 3-18.

TOLENTINO RODRIGUES. J.B; Variabilidade Espacial E Correlações Entre Atributos De Solo E Produtividade Na Agricultura De Precisão. 2002. 126f. Dissertação

(Mestrado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP Campus de Botucatu, 2002.

TOURINO, M.C.C.; REZENDE, P.M.; SILVA, L.A.; ALMEIDA, L.G.P. Semeadoras-adubadoras em semeadura convencional de soja. *Ciência Rural*, v.39, n.1, p.241-245, 2009.

TSCHIEDEL, M.; FERREIRA, M. F. Introdução à agricultura de precisão: conceitos e vantagens. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 159-163, 2002.

VIEIRA, S.R. NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V., V.H. & SCHAEFER, G.R., In: *Geoestatística em estudo da variabilidade espacial do solo*. eds Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1, p.1-54.

VIEIRA, S.R.; HATFIELD, J.L.; NIELSEN, D.R.; BIGGAR, J.W. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. *Hilgardia*, v.51, p.1-75, 1983.

WEIRICH NETO, P.H.; FORNARI, A.J.; JUSTINO, A.; GARCIA, L.C. Qualidade na semeadura do milho. *Engenharia Agrícola*, v.35, n.1, p.171-179, 2015.

WILSON. S.J. Exigências climáticas do milho em Sistema Plantio Direto. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.27, n.233, p.14-25, 2006.