

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**ESTANDE E DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DA CULTURA DA SOJA
COM SEMEADORA MECÂNICA E PNEUMÁTICA**

Guilherme Henrique de Souza Loli

Emanuel Barbosa dos Santos

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL

2018

**ESTANDE E DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DA CULTURA DA SOJA
COM SEMEADORA MECÂNICA E PNEUMÁTICA**

Guilherme Henrique de Souza Loli

Emanuel Barbosa dos Santos

Orientador: Prof. Dr. Jorge Wilson Cortez

Co-orientador: Eng. Agr., M.Sc., Hermano Jose R. Henriques

Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Universidade Federal da Grande
Dourados, como parte das exigências do
Curso de Graduação em Engenharia
Agrônômica.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

L837e Loli, Guilherme Henrique De Souza

Estande e distribuição longitudinal da cultura da soja com semeadora mecânica e pneumática / Guilherme Henrique De Souza Loli, Emanuel do Santos Barbosa -- Dourados: UFGD, 2018.

34f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Jorge Wilson Cortez

Co-orientador: Hermano Jose R. Henriques

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

Inclui bibliografia

1. glycine max. 2. Plantabilidade. 3. Sistema dosador. I Emanuel do Santos
Barbosa II. Título.

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.


**ESTANDE E DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DA CULTURA DA SOJA COM
SEMEADORA MECÂNICA E PNEUMÁTICA**

Guilherme Henrique de Souza Loli

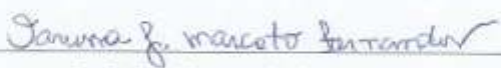
Emanuel Barbosa dos Santos

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

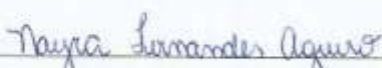
Aprovado em 10/07/2018.



Prof. Dr. Jorge Wilson Cortez
Orientador – UFGD/FCA



Profa. Dra. Vanessa Jordão Marcato Fernandes
UFGD/FCA



Eng. Agric e Ambiental., M. Sc. Nayra Fernandes Aguiro
Doutoranda – UFGD/FCA

AGRADECIMENTOS

Eu, Emanuel Barbosa dos Santos, agradeço sublimemente a Deus por me dar força, iluminação, bênçãos e por guiar meus passos durante toda minha trajetória para que eu alcançasse tal objetivo, colocando sempre pessoas especiais em meu caminho. Aos meus pais, Leonildo dos Santos e Pascoalina Maria Barbosa dos Santos pelos seus esforços infinitos para tornar possível a minha evolução tanto profissional quanto pessoal, a eles agradeço eternamente com meu eterno amor e carinho. Aos meus avós Rosalina Nogueira e João Domingos por todo o carinho e dedicação. Ao querido Prof. Dr. Jorge Wilson Cortez por toda sua disponibilidade e ensinamentos prestados através de sua orientação. Agradeço também ao Eng. Agr. M.Sc. Hermano Jose R. Henriques por todo o apoio e paciência para nos auxiliar na elaboração deste trabalho. Por fim agradeço aos amigos: Luiz Carlos Saracho, Ana Karoline Bin Costa, Rafael Alves, Luiz Gabriel Fernandes Dias, Gabriela da Rosa Crippa, Otavio Xavier, Henrique Garcia Gomes, Gabriela Aparecida, Higor Péricles, Carlos Knudsen, Oscar Batista, Fernando Teodoro, Prof. Walber Gavassoni, Elias Quaresma, Guilherme Henrique de Souza Loli, Gabriele Bezerra, Rodrigo Otto, Jaqueline Rosa, Jose Jairo Neto e a todos os amigos que conquistei durante a graduação e que acreditaram em mim e contribuíram para a minha formação, muito obrigado.

AGRADECIMENTOS

Eu, Guilherme Henrique de Souza Loli, agradeço a minha mãe Margarida Regina da Conceição de Souza Loli, que foi a peça fundamental na minha vida escolar, visto que além de me alfabetizar quando fui seu aluno na pré-escola, sempre esteve de mãos dadas comigo em tudo, desde as primeiras lições de caligrafia e formação de sílabas até as valorosas lições da vida, cada obstáculo que eu iria enfrentar e como por eles passar. Contribuiu com tudo que sou hoje por meio do seu amor incalculável, seus exemplos de luta, garra, caráter, personalidade e atitudes de grandeza que testemunhei durante toda minha vida, sem seu apoio e incentivo jamais teria ido tão longe em minha caminhada.

Agradeço a minha irmã Lívia Maria de Souza Loli, pela sua torcida e apoio nessa conquista, sempre a vi como exemplo para decidir quais caminhos deveria percorrer para alcançar o sucesso que ela, por meio de todo esforço, mostrou-me possível.

Agradeço também a todos os meus amigos de infância de Nova Andradina e aos que fiz durante minha graduação, muitos se tornaram irmãos que nunca tive, sempre me deram todo apoio e nunca me deixaram desanimar nas horas difíceis.

In memoriam agradeço ao meu pai, Leonildo Loli que nunca mediu esforços para disponibilizar recursos para minha educação, duras jornadas de trabalho fizeram parte de sua vida dirigindo nas estradas e por muitas vezes virando dias sem dormir na sua profissão de motorista de caminhão, sempre me incentivou e cobrou para que eu tivesse uma carreira profissional diferente da sua; agradeço a minha Avó Nair Palácio de Souza, que por meio de sua garra e determinação, movida por seu amor incondicional por lecionar, sonhou e acreditou que uma faxineira do colégio municipal de Nova Andradina poderia se tornar uma das melhores e mais respeitadas professoras que a cidade já teve, tendo sendo homenageada ainda em vida com o título de Patronesse em um dos melhores colégios estaduais do Mato Grosso do Sul, que hoje carrega seu nome. Agradeço também ao meu Tio Avô Deolindo Palácio, dono de um conhecimento extraordinário obtido através da leitura, pois sempre exigiu o máximo de mim quanto a leitura e aproveitamento do tempo para me dedicar ao conhecimento.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| RESUMO..... | vi |
| ABSTRACT | 7 |
| 1 INTRODUÇÃO | 8 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 11 |
| 2.1 Agricultura de precisão | 11 |
| 2.2 Variabilidade espacial | 12 |
| 2.3 Semeadoras adubadoras | 15 |
| 2.4 Ferramentas de qualidade..... | 15 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 18 |
| 3.1 Caracterização da área experimental..... | 18 |
| 3.2 Máquinas e equipamentos | 18 |
| 3.3 Insumos | 19 |
| 3.4 Georreferenciamento..... | 19 |
| 3.5 Atributos | 19 |
| 3.5.1 Estande de plantas | 19 |
| 3.5.2 Distribuição longitudinal..... | 20 |
| 3.6 Análise dos dados | 20 |
| 3.6.1 Estatística descritiva..... | 20 |
| 3.6.2 Geoestatística | 20 |
| 3.6.3 Controle estatístico de qualidade | 21 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 22 |
| 4.1 Estatística descritiva..... | 22 |
| 4.2 Geoestatística e mapas de isolinhas | 24 |
| 4.3 Controle de qualidade | 28 |
| 5 CONCLUSÕES | 30 |
| 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 31 |

LOLI, G. H. S.; SANTOS, E. B. **Estande e distribuição longitudinal da cultura da soja com semeadora mecânica e pneumática**. 2018. 36f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônômica), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS.

RESUMO

O sucesso de uma lavoura depende de vários fatores, um estande uniforme se torna fator relevante para um alto potencial produtivo, sendo dependente de um sistema eficiente de semeadura. O objetivo foi analisar a qualidade de semeadura da cultura da soja, o estande de plantas e a distribuição longitudinal. O estudo foi conduzido em área comercial localizada no município de Fátima do Sul, MS, em solo classificado como Latossolo Vermelho distroférico. utilizando como ferramentas a estatística descritiva, a geoestatística e o controle estatístico de qualidade em dois modelos de semeadoras. A semeadora adubadora pneumática foi mais eficiente, apresentando melhor distribuição longitudinal de plantas, ao contrário, a semeadora adubadora mecânica, apresentou o maior número de falhas na semeadura. Porém os dois tipos de dosadores ficaram abaixo da eficiência estipulada para ambos pois conforme Coelho (1996) distribuição longitudinal aceitável para cada tipo de dosador, recomenda-se acima de 90% para semeadoras pneumáticas e no máximo de 75% para semeadoras mecânicas.

Palavras-chave: *Glycine max*, plantabilidade, sistema dosador.

LOLI, G. H. S.; SANTOS, E. B. **Stand and longitudinal distribution of soybean cultivation with mechanical and pneumatic seeder**. 2018. 36f. Monography (Undergraduate in Agricultural Engineering), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS.

ABSTRACT

The success of a crop depends on several factors, a uniform stand becomes a relevant factor for a high yield potential, being dependent on the sowing efficiency system. This work aims to analyze the quality of the sowing soybean crop, the plant stand and the longitudinal distribution, using descriptive statistics, geostatistics and statistical quality control. The trial was conducted at the commercial area located in the Fátima do Sul city, MS, and the soil is classified as Dystroferric Red Latosol. The pneumatic fertilizer-seeder data was more efficient through the normality analysis, showing a better longitudinal distribution of plants, but to the mechanical fertilizer-seeder, presented the greatest number of failures sowing spacing. However, the two types of feeders were below the efficiency stipulated for both, since according to Coelho (1996) acceptable longitudinal distribution for each type of feeders, it is recommended that more than 90% be used for pneumatic seeders and a maximum of 75% for mechanical seeders.

KEYWORDS: *glycine* max, sowing, dosing system.

1 INTRODUÇÃO

O sucesso de uma lavoura depende de vários fatores no planejamento, como a qualidade de sementes, época de semeadura, fertilidade do solo, entre outros fatores. Não menos importante, a obtenção de um estande uniforme que possa alcançar alto potencial produtivo é diretamente dependente de um sistema eficiente de semeadura. A má emergência de plântulas pode ser ocasionada por fatores isolados ou em conjunto, sendo que, dentre os motivos que podem proporcionar estandes com densidades indesejadas o processo de semeadura se apresenta como um gargalo de suma importância à produtividade.

Segundo CRUZ (2016), plantas de soja quando expostas a densidade baixas, menores que 20 plantas por m², emitem maior número de ramos, o que resulta em compensação vegetativa devido ao aumento do índice de área foliar. Quanto a produtividade, há um decréscimo linear quando se reduz a população de plantas. Isso nos mostra que há uma tendência de compensação por parte das plantas conforme se reduz o estande na linha de plantio, porém é limitada e deve ser considerada na gestão do cultivo, uma vez que a produtividade também é reduzida.

Os lapsos em um estande podem acarretar decréscimo produtivo de 6% a 38%, dependendo da sua severidade. Para evitar este tipo de problema necessita-se ter distribuição uniforme de plantas ao longo da linha de semeadura, ou seja, arranjos entre plantas onde a distância entre elas proporcione máxima exatidão (PINTO, 2010). Alguns autores afirmam que a cultura da soja suporta variações de até 15% na densidade de semeadura, sem afetar o rendimento. Por outro lado, TOURINO (1993) mostra que a desuniformidade na distribuição espacial de plantas pode resultar em perdas de até 10% ou mais na cultura.

A importância da operação de semeadura pode ser analisada sob dois aspectos: financeiro e qualitativo.

Sob o aspecto financeiro, ressalta-se que durante a operação de semeadura é onde se aloca a maior parte do custo de produção na condução de um cultivo. No caso da soja, 69,6% do total dos insumos utilizados na cultura são aplicados na semeadura; 41,9% relativo a mão-de-obra necessária a condução da lavoura e 15,9% relacionado ao

custo operacional; sendo assim, pode-se afirmar que 47,7% do custo total da lavoura de soja é alocado durante a operação de semeadura.

Sob o aspecto qualitativo, deve-se considerar que a qualidade da semeadura sofre interferência de vários fatores, dentre os quais, destacam-se as semeadoras, que devem ter condições de realizar a semeadura nas mais variadas condições de solo e palhadas, com capacidade de corte, abrir um sulco, distribuir sementes e fertilizantes em quantidades e em profundidades adequadas.

As semeadoras representam um importante papel dentro do processo de produção, pois a produtividade de uma cultura é afetada de modo significativo pelo estado de plantas, como podemos verificar nos trabalhos de CRUZ et al. (2016) e PETTER et al. (2016), principalmente, pela variação da uniformidade de distribuição de sementes no sulco de semeadura. No sistema plantio direto, método de atuação no qual serão feitos os comparativos, as semeadoras têm papel fundamental no desenvolvimento do processo, para tanto a máquina deve efetuar cinco funções básicas: cortar a palha, abrir o sulco, distribuir sementes, controlar a profundidade de semeadura e fechar a greta para o recobrimento da semente.

No processo de distribuição de sementes os distribuidores de máquinas de precisão têm como função individualizar as sementes para distribuí-las uma a uma, sendo os mecanismos distribuidores mecânicos por discos alveolados e pneumáticos os mais frequentes. O tipo de dosador utilizado, além de afetar a distribuição de sementes, pode interferir na qualidade de semeadura, refletindo na produtividade (MACHADO & REYNALDO, 2017).

A maioria das semeadoras nacionais são constituídas por sistemas mecânicos de precisão, onde a dosagem é realizada por discos horizontais alveolados, tendo a função de capturar, individualizar, dosar e liberar sementes. Em uma menor gama, apresentam-se as semeadoras pneumáticas de precisão, com as mesmas funções encontradas nas semeadoras mecânicas, porém ao invés de discos alveolados pneumáticos possibilitando maior agilidade e precisão na utilização de sementes de tamanho variado. Esse fato pode ser creditado às vantagens que o sistema oferece, mesmo apresentando maior valor no momento da aquisição, a relação custo benefício é favorável ao agricultor. Dentre as principais vantagens encontradas no sistema pneumático, pode-se destacar: grande capacidade de individualizar as sementes; capacidade de distribuir sementes de formatos

irregulares com maior precisão; melhor adaptação aos mais variados tipos e formatos de sementes; redução na ocorrência de falhas e duplos; melhor uniformização no espaçamento entre sementes.

Portanto, o presente projeto teve como objetivo, mapear e avaliar em área comercial a qualidade da semeadura da cultura da soja, analisando o estande de plantas e a distribuição longitudinal em dois sistemas dosadores de semente.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Agricultura de precisão

A agricultura de Precisão ou AP, como é popularmente conhecida, tornou possível alinhar tecnologias de última geração com o nosso ideal produtivo, proporcionando ao produtor rural informações mais detalhadas e precisas para as tomadas de decisão. Em grande parte do território nacional as empresas rurais se baseiam em análises obtidas pela média, tratando assim a propriedade de um modo homogêneo para as correções e aplicação de insumos. Hoje se usa focar em grandes áreas e entendê-las como homogêneas, levando ao conceito da necessidade média para a aplicação de insumos: fertilizantes, defensivos, água, etc., o que faz com que uma mesma formulação ou quantidade de fertilizante seja utilizada para toda a área, atendendo apenas as necessidades médias e não considerando as necessidades específicas de cada parte do campo. O mesmo acontece para os demais insumos, causando como resultado uma lavoura com produtividade desuniforme (CAPELLI, 1999). A técnica usada em AP visa maior eficiência nas aplicações, proporcionando aplicação de quantidade certa conforme a necessidade de cada área da propriedade, aliado a isso também um melhor uso do solo e uma melhor preservação ambiental. A AP promete reverter o quadro atual permitindo a aplicação de insumos agrícolas nos locais corretos e nas quantidades requeridas (FATORGIS, 1998). A AP é uma filosofia de gerenciamento agrícola que parte de informações exatas, precisas e se completa com decisões exatas. Agricultura de precisão é uma maneira de gerir um campo produtivo metro a metro, levando em conta o fato de que cada pedaço da fazenda tem propriedades diferentes (ROZA, 2000)

Seu crescimento foi alavancado por avanços tecnológicos envolvendo: sistema de posicionamento global (GPS), sensoriamento remoto, aplicação de insumos em taxas variáveis, Sistema de Informação Geográfica (SIG), entre outros. Esses produtos tecnológicos possibilitaram visualizar e manejar a área agrícola de acordo com a variabilidade espacial e temporal dos fatores edafoclimáticos, diferentemente do que era possível até então, quando a área era considerada uniforme e, portanto, manejada como tal.

2.2 Variabilidade espacial

A variabilidade dos fatores de produção está associada a múltiplas causas, desde a variabilidades climáticas até a representada pelo ambiente em torno de uma única semente: solo, oxigênio, disponibilidade de água, nutrientes, entre outros. Entretanto, as formas de variabilidade estudadas e manejadas em AP podem ser classificadas em: variabilidade espacial, aquela que ocorre como um atributo na área, por exemplo: variação da concentração de fósforo no solo em uma área de 20 hectares; variabilidade temporal, aquela que ocorre ao longo do tempo, por exemplo: disponibilidade de água no solo em função da sazonalidade de precipitação pluvial, e uma terceira representada pela ação do homem nas duas primeiras, variabilidade induzida pelo manejo, que é aquela criada pelas decisões de manejo tomadas nas áreas de cultivo, por exemplo: alocação de culturas e ajuste de máquinas. Esta última ocorre, por exemplo, quando há máquinas desgastadas e desreguladas, sistemas de cultivo diferenciados, partes da lavoura deixadas em pousio por vários anos e deficiência no controle de plantas daninhas (FARNHAM, 2000).

Antes mesmo da revolução industrial e do processo de mecanização da atividade agrícola, os agricultores já se mostravam capazes de reconhecer a variabilidade espacial de certas características físico-químicas e biológicas das áreas cultivadas. A própria divisão dessas áreas em talhões reflete essa capacidade de discernimento. Até então, o uso de trabalho braçal e tração animal permitia aos agricultores tratar áreas com menor ou maior fertilidade, infestação de pragas, doenças e plantas daninhas de forma diferenciada (FRAISSE, 1998). Atualmente, é possível identificar áreas manejadas dessa forma em numerosos locais do Brasil, por exemplo: nas regiões coloniais do Rio Grande do Sul, com propriedades de topografia acidentada e com pequenas áreas de cultivo, é possível observar uma agricultura diversificada, em que a alocação das culturas é feita de acordo com as características de cada talhão e o produtor conhece o potencial de cada área, praticando manejos específicos em cada situação. Esse tipo de manejo, que dispensa equipamentos de alta tecnologia, pode ser considerado também uma forma, embora empírica e muitas vezes inconsciente, de agregar maior precisão a atividade agrícola. Assim, ao contrário do que muitos pensam, os princípios da AP não são uma novidade nas áreas cultivadas intensivamente e nas quais o trabalho era realizado manualmente (CORTEZ, 2007).

Os fundamentos da AP moderna segundo a literatura surgiram em 1929, nos Estados Unidos da América, sendo descritos por Linsley e Bauer na circular nº 346 da Estação Experimental Agrícola da Universidade de Illinois (GOERING, 1993). Nessa época, os autores haviam constatado a existência de grandes variações quanto a necessidade de calagem em determinada área e que a aplicação de calcário deveria respeitar essa variabilidade. Essa filosofia, entretanto, foi preterida em virtude do desenvolvimento de equipamentos de tração mecânica, que facilitaram a aplicação de insumos em taxas uniformes. O ressurgimento e disseminação da AP, na forma em que hoje é conhecida, ocorreu somente na década de 80, quando microcomputadores, sensores e sistemas de rastreamento terrestres ou via satélite foram disponibilizados e possibilitaram a difusão das técnicas (BALASTREIRE, 1998). Os avanços iniciais nessa área foram subsidiados pela disponibilização de satélites para a localização de pontos na superfície terrestre por meio do sistema GPS. A partir daí, foram criadas numerosas ferramentas, como SIG, sensoriamento remoto, tecnologias de aplicação em taxa variada (VRT), sensores, monitores de colheita, entre outras, que auxiliaram na identificação e no manejo da variabilidade de áreas agrícolas.

Segundo MOLIN (2002), uma definição atual de AP com visão sistêmica do conjunto de ações que a compõe pode ser: um sistema de gestão ou de gerenciamento da produção agrícola que emprega um conjunto de tecnologias e procedimentos para que as lavouras e sistemas de produção sejam otimizados, tendo como elemento-chave o manejo da variabilidade da produção e dos fatores envolvidos. A questão mais importante evidenciada pela AP é mostrar a variabilidade das áreas agrícolas e fazer com que sejam criadas alternativas de manejo que levem em consideração tal diversidade. A aplicação de determinada prática no local e momento em que apresenta maior potencial de resposta, com menor impacto ambiental e com resultados econômicos e sociais satisfatórios, deve nortear as ações nessa área. Portanto, a AP não pode ser relacionada somente ao emprego de máquinas e implementos altamente sofisticados, de custo elevado e de manejo complexo, mas sim, constituir um indicativo de manejo mais eficiente dos fatores de produção. Em busca desses objetivos é fundamental que tanto a atividade de pesquisa como o manejo de culturas produtoras de grãos passem a conferir maior importância a variabilidade presente nas áreas agrícolas.

A importância do uso de técnicas para identificação e mapeamento da variabilidade inerente a vários fatores de produção pode ser percebidas na área de melhoramento de plantas. Nessa área, a variabilidade espacial afeta a diferenciação entre genótipos (BROWNIE et al., 1993) e aumenta a variância do erro experimental (BALL et al., 1993). Isso pode levar a decréscimos na resposta à seleção e a redução na precisão dos procedimentos estatísticos de análise (VOLLMANN et al., 2000). Em áreas de experimentação agrônômica, o efeito de tratamentos pode também ser mascarado pela variabilidade espacial, dificultando a diferenciação entre tratamentos (SCHARF & ALLEY, 1993). Também em lavouras comerciais, a variabilidade é responsável por implicações de ordem ambiental, econômica e de manejo das culturas.

Portanto, o emprego de técnicas de amostragem e de geoestatística permite precisão e benefícios maiores nas áreas citadas anteriormente, por meio da localização, do entendimento e da minimização da variabilidade. Para se ter ideia da magnitude da variabilidade de alguns fatores de produção, cita-se o estudo realizado por MULLA (1993) em uma área de lavoura de 8 hectares. O autor usou o coeficiente de variação (CV) como medida da variabilidade e obteve os seguintes valores para 172 amostras de solo: nitrato = 39,7%; fósforo = 50,5%; matéria orgânica (%) = 41,3%; pH do solo = 10,8%; e rendimento de grãos = 29,4%.

Em áreas sob sistema de plantio direto no Rio Grande do Sul, média de 8 lavouras, tem sido obtido valores de CV para atributos de solo da ordem de 9,8% para matéria orgânica; 7,0% para pH em água; 29,9% para potássio; e 33,3% para fósforo (SCHLINDWEIN & ANGHINONI, 2000). Esses valores têm implicação direta, como por exemplo, no número de subamostras necessárias para se representar a variabilidade de cada atributo.

Em termos de produtividade de grãos, BALASTREIRE (1998), trabalhando com milho mostrou a seguinte frequência de níveis: 10,3% \leq 2,41 t/ha; 24,2% entre 2,41-3,59 t/ha; 47,8% entre 3,59-4,76 t/ha; 16,7% entre 4,76-5,94 t/ha; e 1,0% $>$ 5,94 t/ha.

Trabalhos realizados por AMADO et al. (2004) em uma lavoura de 57 hectares em Palmeira das Missões, RS, e considerada com fertilidade do solo adequada, mostraram diferenças de rendimento de grãos de 25 a 70 sacos por hectare de soja e de 75 a 150 sacos por hectare de milho.

2.3 Semeadoras adubadoras

As primeiras semeadoras-adubadoras para semeadura direta chegaram ao Brasil no início dos anos 1970, importadas de países europeus (coelho, 1998). Para Possebon (2011), o processo de semear e adubar tem por objetivo dosar e depositar no solo, certa quantidade de sementes e fertilizantes, proporcionando a cultura implantada ótimas condições de desenvolvimento e produção.

Com relação a deposição das sementes, este tipo de máquina pode ser de precisão ou de fluxo contínuo sendo esta característica definida pelo tipo de mecanismo dosador de sementes (SANTOS FILHO; SANTOS, 2001). Segundo os autores, o mecanismo dosador de semente é o responsável por dosar a quantidade de sementes que serão distribuídas, levando-as do interior do depósito até o tubo de distribuição. Tais mecanismos devem ser capazes de permitir a obtenção da densidade de sementes que deseje depositar no solo, causando a elas, o mínimo de danos possíveis. Os tipos mais utilizados atualmente são; disco perfurado, rotor acanalado, dedo preensor, copo distribuidor e dosador pneumático (SILVA; KLUTHCOUSKI; SILVEIRA, 2000).

Os dosadores de precisão mecânicos têm, geralmente, a forma de discos alveolados e são dispostos na parte inferior de um reservatório; ao girarem, captam e transportam as sementes até a abertura de saída, onde são liberados e direcionadas até o solo. Já os dosadores de precisão pneumáticos são constituídos de discos perfurados, nos quais, atuam os efeitos de pressurização de ou sucção de ar; desta forma as sementes são captadas pelo diferencial de pressão criado e transportado até uma abertura de saída, onde o diferencial de pressão é eliminado e as sementes são liberadas até o solo (SANTOS FILHO; SANTOS, 2001). Segundo Balasteire (1987), dosadores pneumáticos têm como principais vantagens a precisão na dosagem de sementes, uma a uma, e a ausência de danos provocadas nas sementes durante o processo de dosagem.

2.4 Ferramentas de qualidade

Durante a 2ª guerra mundial a produção de artigos militares seguia em ritmo acelerado, com escalas que exigiam cada vez maior produção em menor tempo. Devido a este fato, foi salientada a preocupação com erros na linha de produção, pois além de não atingirem o nível produtivo esperado acarretavam custos, minimizavam lucros e

desperdiçava-se muita matéria-prima (WESTGARD, 1986). Diante desse paradigma o Departamento de Defesa dos Estados Unidos investe em estudos para correções nas linhas de produção, surge então o Controle Estatístico de Qualidade (CEQ). MONTGOMERY (1997) destaca algumas razões que contemplam a popularidade dos gráficos de controle: são uma técnica comprovada de melhoria da produtividade; são eficazes na prevenção de defeitos; evitam ajustes desnecessários nos processos; fornecem informações confiáveis para diagnósticos sobre o desempenho e capacidade dos processos.

O uso de técnicas de amostragem tornou a inspeção mais eficiente, eliminando a amostragem 100% que demandava altos custos e excesso de tempo, porém esse modelo preocupa-se apenas em detectar os defeitos, onde o mais correto seria a averiguação das causas desses defeitos sendo feitas prevenções. Dessa necessidade surge então o aperfeiçoamento do sistema, e o Controle Estatístico do Processo (CEP), preocupando-se com a monitoração do processo, verificando se o mesmo está dentro do limite determinado (DUNCAN, 1986). O CEP viabiliza a estabilização de processos através da redução de sua variabilidade, visando a melhoria e manutenção da qualidade. O Controle Estatístico de Processo é um conjunto de poderosas ferramentas úteis na obtenção da estabilidade do processo produtivo através da redução da variabilidade. O maior objetivo do CEP é a eliminação da variabilidade, onde os gráficos de controle são ferramentas eficientes que permitem a redução sistemática dessa variabilidade nas características de qualidade do produto, representadas pelas variáveis monitoradas nos gráficos, os quais podem também ser usados para estimar parâmetros de processos e, por meio desta informação, determinar sua capacidade. Assim melhora-se a qualidade intrínseca, a produtividade, a confiabilidade e o custo que está sendo produzido (MATTOS, 1997).

O Controle Estatístico de Processos e em particular as técnicas de Controle da Qualidade, tais como gráficos de controle, têm sido cada vez mais importantes pelo fato de desempenharem papel primordial na indústria moderna (MATTOS, 1997).

BONILLA (1995) e MONTGOMERY (1996) ressaltam que o CEP é um conjunto de ferramentas úteis para a resolução de problemas para o alcance da estabilidade do processo e aumento da capacidade por meio da redução da variabilidade.

O CEP tem como objetivo detectar rapidamente alterações dos parâmetros de determinados processos para que os problemas possam ser corrigidos antes que muitos itens não conformes sejam produzidos (MIGNOTTI & FIDELIS, 2001).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em área comercial onde se usa semeadura direta e sucessão anual das culturas soja e milho há trinta anos. Localiza-se no município de Fátima do Sul, MS, com coordenadas geodésicas de latitude de 22°01'06" S e longitude de 54°07'01" W. Clima tipo CWa segundo classificação de Köppen, e solo classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (EMBRAPA 2014).

Ambas as modalidades de semeaduras foram realizadas em áreas de geometria distinta (Figura 1), porém com as mesmas características estruturais.

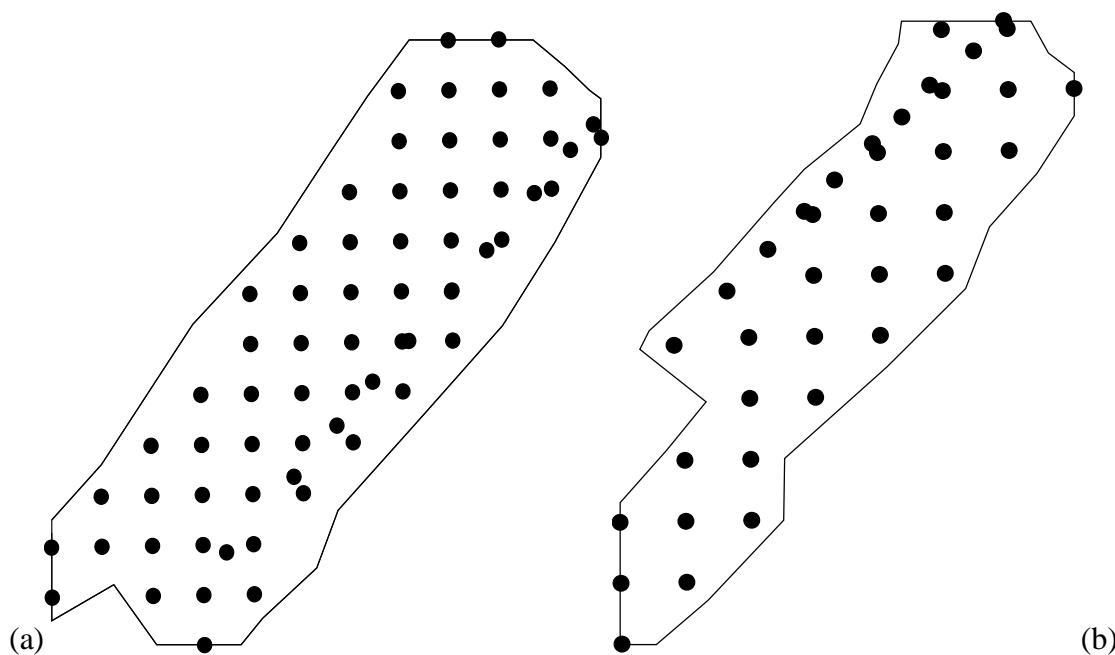


FIGURA 1. Área amostral de 29,6 ha para semeadura mecânica (a) e 20,8 ha para semeadura pneumática (b).

3.2 Máquinas e equipamentos

Para a semeadura foram utilizadas semeadoras distintas, sendo uma pneumática, contendo 28 linhas espaçadas 50 cm entre si, cada linha composta por sistema dosador de sementes tipo pipoqueira, composto por disco vertical de 100 furos e sistema de eliminação de sementes duplas modelo raspador, sendo a caixa de distribuição de sementes central, e outra mecânica, composta por 14 linhas espaçadas 50 cm entre si,

cada linha acrescida por mecanismo dosador mecânico composto por disco horizontal de 90 furos mais anel, sistema de eliminação de sementes duplas tipo dente mais expulsor e caixa de sementes individual.

A velocidade média de semeadura ficou entre 6,0-6,5 km h⁻¹, ambas as semeadoras foram calibradas para deposição de sementes a profundidade de 4 cm, e distribuição de 15 sementes por metro linear.

Os maquinários e implementos utilizados para a operação de semeadura foram um trator com 242 cv (178 kW) de potência, acoplado a semeadora adubadora mecânica, e um trator com 389 cv (286 kW) de potência, acoplado a semeadora pneumática.

3.3 Insumos

A cultivar semeada foi a Monsoy 6410, com 98% de pureza e germinação mínima de 92%. As sementes foram tratadas com inseticidas e fungicidas para o controle de patógenos e acrescidas de grafite para uma melhor performance dos sistemas de distribuição de sementes.

3.4 Georreferenciamento

A área foi previamente contornada utilizando o aplicativo para GNSS, disponível para o sistema operacional Android, chamado C7GPS Dados, e o C7GPS Malha para posterior confecção da malha amostral e navegação para a coleta dos dados. O sistema é configurado para trabalhar utilizando coordenadas métricas e geodésicas no datum WGS84; nele foi gerada uma malha de 2 pontos de coleta de informação para cada hectare.

3.5 Atributos

3.5.1 Estande de plantas

O estande de plantas foi obtido pela contagem de plantas em dois metros demarcados no ponto amostral, sendo feita em duas linhas.

3.5.2 Distribuição longitudinal

Para a avaliação da distribuição longitudinal ou uniformidade de espaçamentos entre plântulas, foi utilizada uma trena, medindo-se a distância entre plântulas nos dois metros de avaliação na linha. A porcentagem de espaçamentos normais, falhos e duplo foi obtida de acordo com KURACHI et al. (1989), sendo considerada a porcentagens de espaçamentos: "duplos" (D): $<3,33$ cm; "normais" (A): $>3,33$ cm e < 10 cm; "falhos" (F): > 10 cm.

3.6 Análise dos dados

3.6.1 Estatística descritiva

Os dados foram analisados por meio da estatística descritiva, segundo VIEIRA et al. (2002), obtendo-se média, variância, desvio padrão, mínimo, máximo, coeficiente de variação, assimetria e curtose, sendo utilizado o teste Anderson-Darling para verificar a normalidade dos dados.

3.6.2 Geoestatística

A dependência espacial foi verificada pela interpolação dos dados e a construção de mapas empregando a análise geoestatística, sendo construído o semivariograma para análise da dependência espacial. O ajuste do semivariograma foi efetuado através da consideração do maior valor ao coeficiente de determinação (r^2), menor valor da soma de quadrados dos desvios (RSS) e maior valor ao avaliador da dependência espacial (ADE).

O ajuste do semivariograma foi realizado verificando-se visualmente os modelos e parâmetros que melhor se ajustaram, sendo estes colocados a prova da validação cruzada, observando-se o valor do coeficiente angular. O semivariograma experimental forneceu estimativas para os 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. O grau da dependência espacial (ADE) será classificado segundo LANDIM (2015) como fraco <25%, moderado entre 25 e 75%, e forte >75%, respectivamente.

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. Por meio da interpolação por krigagem, os mapas de isolinhas (bidimensionais) foram construídos para o detalhamento espacial dos dados coletados.

3.6.3 Controle estatístico de qualidade

A estabilidade do processo foi averiguada pelas cartas de controle a partir dos limites inferior (LIC) e superior (LSC) (TRINDADE et al., 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estatística descritiva

Para semeadora adubadora mecânica (QUADRO 1) os espaçamentos normais e duplos não apresentaram medias significativas estatisticamente. Porém para a variável espaçamentos falhos, a média dos dados foi divergente e significativa, sendo uma das possíveis causas o mau funcionamento dos mecanismos dosadores de sementes encontrados nas linhas de semeadura, este fato pode ser associado ao conjunto do sistema eliminador de duplas mais expulsor de sementes, que poderia estar gasto ou mesmo uma má calibração do conjunto disco e anel dificultando a ação do sistema expulsor.

QUADRO 1. Estatística descritiva dos dados de estande e distribuição longitudinal para a semeadora mecânica.

| Parâmetros | Espaçamentos | | | |
|---------------|-----------------------------------|--------------|--------------|---------------|
| | Estande (plantas por metro) | Falho (%) | Duplo (%) | Normal (%) |
| Média | 13,61 | 16,87 | 27,79 | 55,34 |
| DP | 1,13 | 5,38 | 7,31 | 8,93 |
| Variância | 1,29 | 28,96 | 53,47 | 79,70 |
| CV | 8,34 | 31,90 | 26,31 | 16,13 |
| Mínimo | 10,75 | 8,33 | 10,00 | 37,92 |
| Mediana | 13,50 | 15,38 | 29,87 | 54,15 |
| Máximo | 16,00 | 30,42 | 42,86 | 76,78 |
| Amplitude | 5,25 | 22,09 | 32,86 | 38,86 |
| Assimetria | -0,20 | 0,59 | 0,59 | 0,18 |
| Curtose | 0,17 | -0,45 | -0,13 | -0,58 |
| Probabilidade | >0,10* | 0,026** | 0,084* | >0,10* |
| RJ | 0,99 | 0,97 | 0,98 | 0,99 |

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

A semeadora adubadora mecânica (QUADRO 1) apresenta coeficientes de variação baixo em relação ao estande de plantas, porém muito alto para espaçamentos falhos e alto para sementes duplas, conferindo às duas últimas variáveis, uma acentuada dispersão dos dados em relação à média (PIMENTEL-GOMES, 1985). A semeadora adubadora pneumática (QUADRO 2) apresentou uma acentuada melhoria em relação a espaçamentos normais, indicando um melhor funcionamento do conjunto.

Já a semeadora adubadora pneumática (QUADRO 2), exibe coeficiente de variação baixo para a variável stand de plantas, alto para espaçamentos falhos e muito alto para sementes duplas, conferindo dispersão dos dados em relação à média para as duas últimas variáveis analisadas.

QUADRO 2. Estatística descritiva dos dados de estande e distribuição longitudinal para a semeadora pneumática.

| Parâmetros | Espaçamentos | | | |
|---------------|-----------------------------------|--------------|--------------|---------------|
| | Estande (plantas por metro) | Falho (%) | Duplo (%) | Normal (%) |
| Média | 13,76 | 17,24 | 19,83 | 62,93 |
| DP | 1,12 | 4,69 | 7,33 | 8,55 |
| Variância | 1,26 | 21,95 | 53,75 | 73,06 |
| CV | 8,17 | 27,17 | 36,97 | 13,58 |
| Mínimo | 11,00 | 8,33 | 7,39 | 48,00 |
| Mediana | 14,00 | 15,56 | 19,05 | 64,10 |
| Máximo | 16,00 | 27,92 | 34,48 | 76,46 |
| Amplitude | 5,00 | 19,59 | 27,09 | 28,46 |
| Assimetria | -0,41 | 0,53 | 0,18 | -0,25 |
| Curtose | 0,20 | -0,47 | -0,72 | -1,14 |
| Probabilidade | >0,10* | 0,098* | >0,10* | >0,10* |
| RJ | 0,99 | 0,97 | 0,99 | 0,98 |

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

Os valores de assimetria e curtose apresentados nos QUADROS 1 e 2 são utilizados para a caracterização de como e quanto a distribuição da frequência se afasta da normalidade dos dados, ou seja, se o valor encontrado para este coeficiente for igual ou próximo a zero, a distribuição é simétrica tendendo a normalidade, se positivo assimétrica a direita, e se negativo assimétrica a esquerda, ambos fugindo à normalidade dos dados. Para a semeadora adubadora mecânica (QUADRO 1) é verificada assimetria negativa à esquerda para estande de plantas, positivo a direita para falhas e negativa à esquerda para duplas. Já para a semeadora adubadora pneumática (QUADRO 2), o estande de plantas apresenta assimetria negativa a esquerda, positiva a direita para falhas e positiva a direita para duplas. Ambas as semeadoras seguem à normalidade dos dados para todas as variáveis analisadas, exceto duplas na semeadora mecânica.

A distribuição normal referente às semeadoras adubadoras foi analisada de acordo com os critérios propostos por SILVA et al. (2000), que sugere 75% como

desempenho mínimo aceitável, para Coelho (1996) a distribuição longitudinal aceitável para cada tipo de dosador, recomenda-se acima de 90% para semeadoras pneumáticas e no máximo de 75% para semeadoras mecânicas (COELHO, 1996). Apesar de ambas as semeadoras estarem fora do desempenho mínimo aceitável, a semeadora mecânica apresenta menor distribuição normal em relação a pneumática, sendo esta última mais eficiente para os parâmetros analisados.

4.2 Geoestatística e mapas de isolinhas

Por meio do alcance foi predita a distância em que as plântulas apresentaram dependência espacial, sendo fraca para a variável plantas por metro, e moderada para espaçamentos falhos e duplos em relação a semeadora adubadora mecânica (QUADRO 3). Já para a semeadora adubadora pneumática, fraca para a variável plantas por metro, forte para espaçamentos falhos, e moderada para espaçamentos duplos (QUADRO 4). A forte dependência espacial encontrada junto a semeadora adubadora pneumática, para a variável espaçamentos falhos, pode ser justificada por um possível entupimento de alvéolos nos discos de semeadura, falha característica deste tipo de semeadora (DALACORTE et al., 2017).

QUADRO 3. Dados ajustados do semivariograma para estande e distribuição longitudinal da semeadora mecânica.

| Fator | Estande (plantas por metro) | Distribuição longitudinal | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------|-------------|-------------|
| | | Falho (%) | Duplo (%) | Normal (%) |
| Semivariograma | | | | |
| Modelo | Esférico | Exponencial | Exponencial | Exponencial |
| Co | 0,64 | 8,33 | 16 | 23,50 |
| Co+c | 1,28 | 29,12 | 53,29 | 80,18 |
| Alcance (m) | 243 | 50 | 27,70 | 29,60 |
| R ² | 0,71 | 0,65 | 0,75 | 0,53 |
| Avaliação de dependência espacial | | | | |
| ADE | 0,50 | 0,72 | 0,70 | 0,70 |
| Classe | Moderada | Moderada | Moderada | Moderada |
| Validação cruzada | | | | |
| Reta | 0,74 | 0,52 | -0,29 | -0,60 |
| Classe | M | M | A | A |

Co: efeito pepita; Co+c: patamar; ADE; avaliação de dependência espacial; M: moderada; A: aberta.

Para a semeadora adubadora mecânica (QUADRO 3), foi estimado modelo esférico para estande de plantas, em que se observa maior alcance desta variável em relação as demais variáveis classificadas como modelos exponenciais. Já para a semeadora adubadora pneumática (QUADRO 4), foi estimado modelo exponencial para as variáveis plantas por metro e duplas, posicionando maior alcance destas variáveis em relação a variável falhas, classificada como modelo esférico.

QUADRO 4. Dados ajustados do semivariograma para estande e distribuição longitudinal da semeadora pneumática.

| Fator | Estande (plantas por metro) | Distribuição longitudinal | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------|-------------|------------|
| | | Falho (%) | Duplo (%) | Normal (%) |
| Semivariograma | | | | |
| Modelo | Exponencial | Esférico | Exponencial | Esferico |
| Co | 0,97 | 2,88 | 14,60 | 15 |
| Co+c | 2,24 | 20,83 | 53,37 | 78,06 |
| Alcance (m) | 910,90 | 62,50 | 14,10 | 52,10 |
| R ² | 0,35 | 0,07 | 0,02 | 0,0 |
| Avaliação de dependência espacial | | | | |
| ADE | 0,56 | 0,86 | 0,73 | 0,80 |
| Classe | Moderado | Forte | Moderado | Forte |
| Validação cruzada | | | | |
| Reta | 0,65 | 0,25 | -0,21 | -0,89 |
| Classe | M | A | A | A |

Co: efeito pepita; Co+c: patamar; ADE; avaliação de dependência espacial; M: moderada; A: aberta.

De acordo com a teoria da validação cruzada, a geoestatística apenas se valida quando um coeficiente está acima de 40 (%) (LANDIM, 2013). Para a semeadora adubadora mecânica (QUADRO 3), a teoria apenas se valida para as variáveis estande de plantas e falhas, já para a semeadora adubadora pneumática (QUADRO 4), a teoria se aplica apenas a variável estande de plantas.

Identifica-se para a variável estande de plantas (FIGURA 3) a distribuição mais uniforme da semeadora pneumática, visto que a maior parte da área esta com estande entre 13 e 14 plantas por metro, sendo mais próximo do recomendado 15 plantas por metro. TOURINO et al., (2007) pontua em seu estudo maior uniformidade de distribuição da semeadora pneumática em relação a mecânica.

Para a distribuição normal (FIGURA 2) verifica-se que a semeadora pneumática conseguiu proporcionar melhor distribuição, com a maior parte da área acima de 60% de regularidade. Já a convencional (mecânica) conseguiu a maior parte da área entre 50-60%. Esses resultados corroboram com BOTTEGA et al. (2017), que ao comparar sistema dosador de sementes pneumático e mecânico com velocidades de semeadura em milho encontrou maior uniformidade distribuição no sistema pneumático.

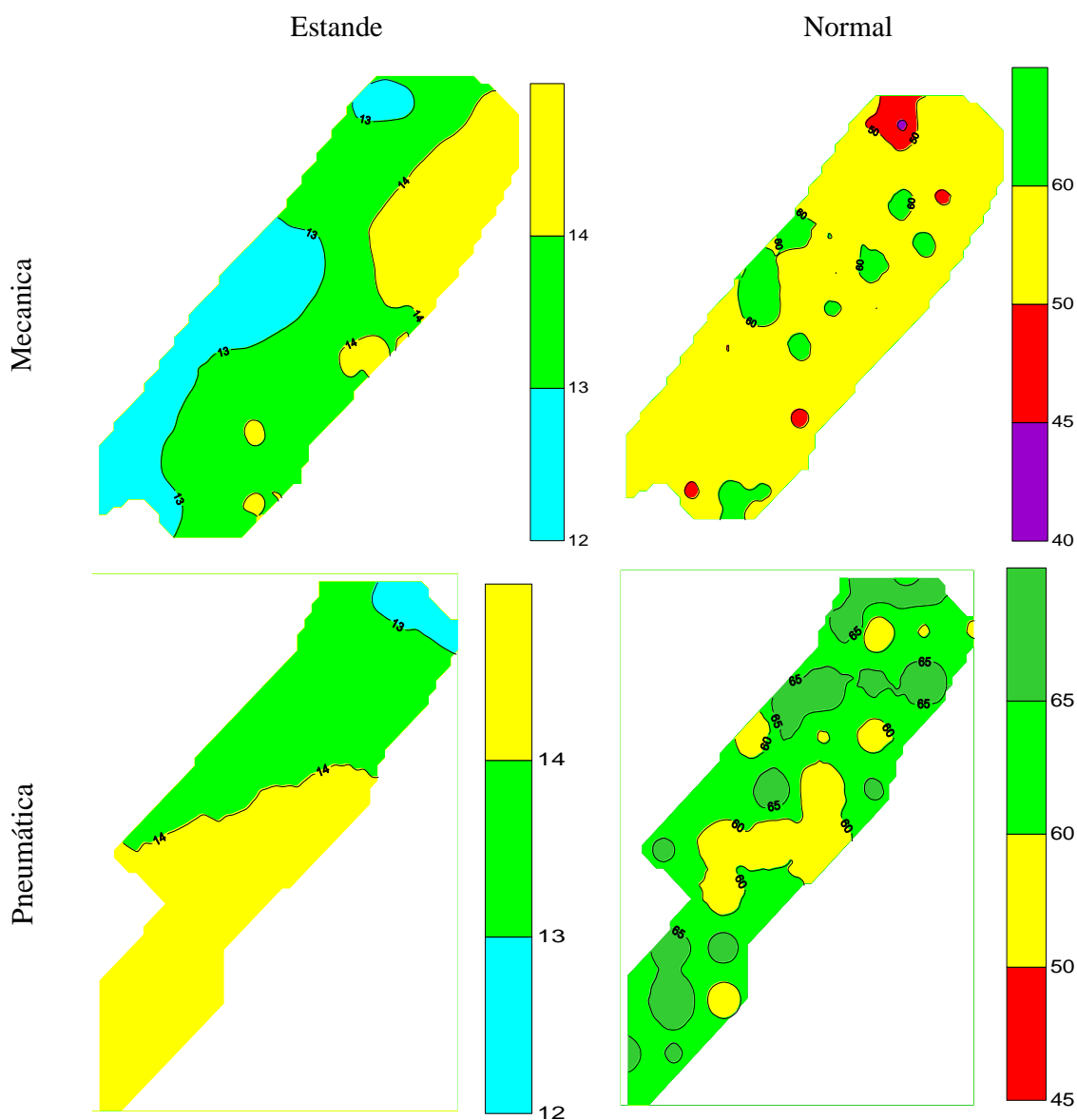


FIGURA 2. Semivariograma e validação cruzada do estande de plantas por metro e espaçamentos normais.

Já para os duplos verifica-se na pneumática uma área com até 10% de duplo e o restante até 20%. A semeadora mecânica ficou em toda a área acima de 20% com pontos chegando a 35% de sementes duplas. Isso nos mostra que a semeadora adubadora pneumática se mostra melhor tanto no quesito espaçamentos normais quanto para espaçamentos falhos. Já em relação a variável falhas (FIGURA 3) verifica-se distribuição da maior parte da área para até 20% de falhos em ambas as semeadoras

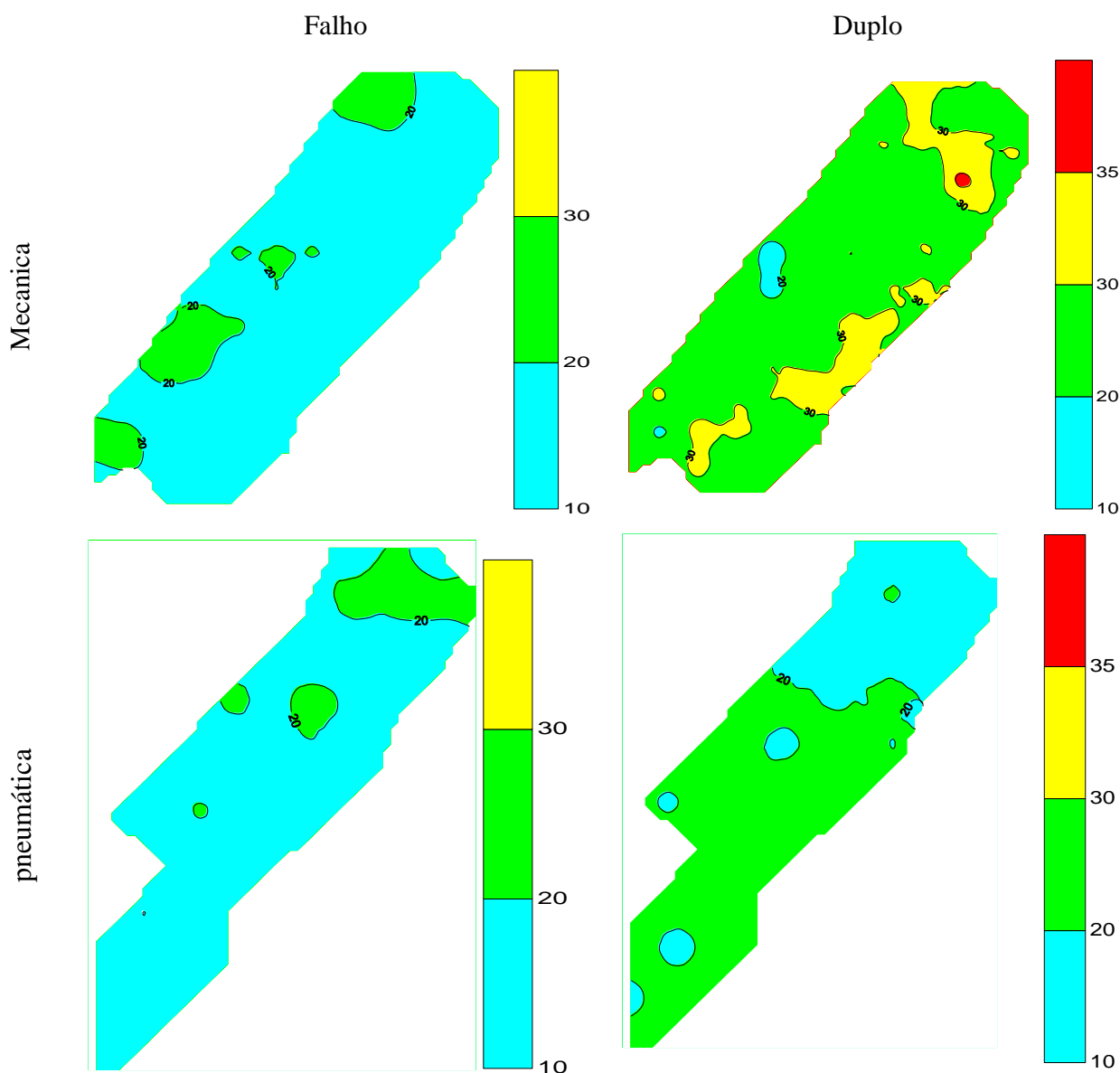


FIGURA 3. Semivariograma e validação cruzada do falho e duplo.

4.3 Controle de qualidade

Conforme as cartas de controle (FIGURA 4 e 5), para o estande de plantas, falhas e duplas, todos os pontos se encontram dentro dos limites propostos indicando a estabilidade do processo.

Para a variável plantas por metro não é observada diferença significativa entre ambas as semeadoras, pois pontuam sua distribuição próxima a linha da média com treze plantas por metro.

Para a variável falhas também não é observada alteração percentual discrepante entre as semeadoras, porém ambas pontuam sua ineficiência no processo de semeadura próximo a dezessete por cento.

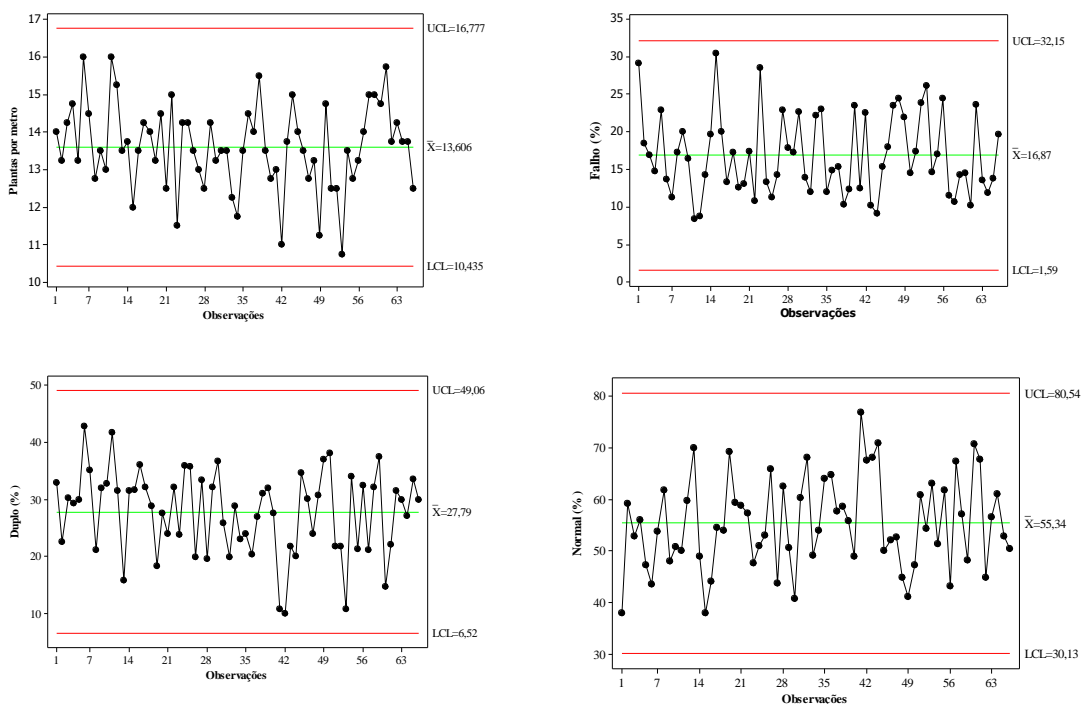


FIGURA 4. Cartas de controle para estande de plantas e distribuição normal para semeadora mecânica.

Para a variável duplas já é observada uma nítida alteração percentual entre as semeadoras, onde a semeadora adubadora mecânica apresenta maior incidência de sementes duplas no processo de semeadura em relação a semeadora adubadora

pneumática, ficando a primeira, menos eficiente, com a linha da média próximo a 28%, e a segunda, mais eficiente finítima a 20%.

A menor porcentagem representada pela normalidade dos dados junto a linha da média para a semeadora adubadora mecânica em relação a pneumática, é acentuada devido a maior incidência percentual representada pela variável dupla, firmando novamente a segunda como mais eficiente.

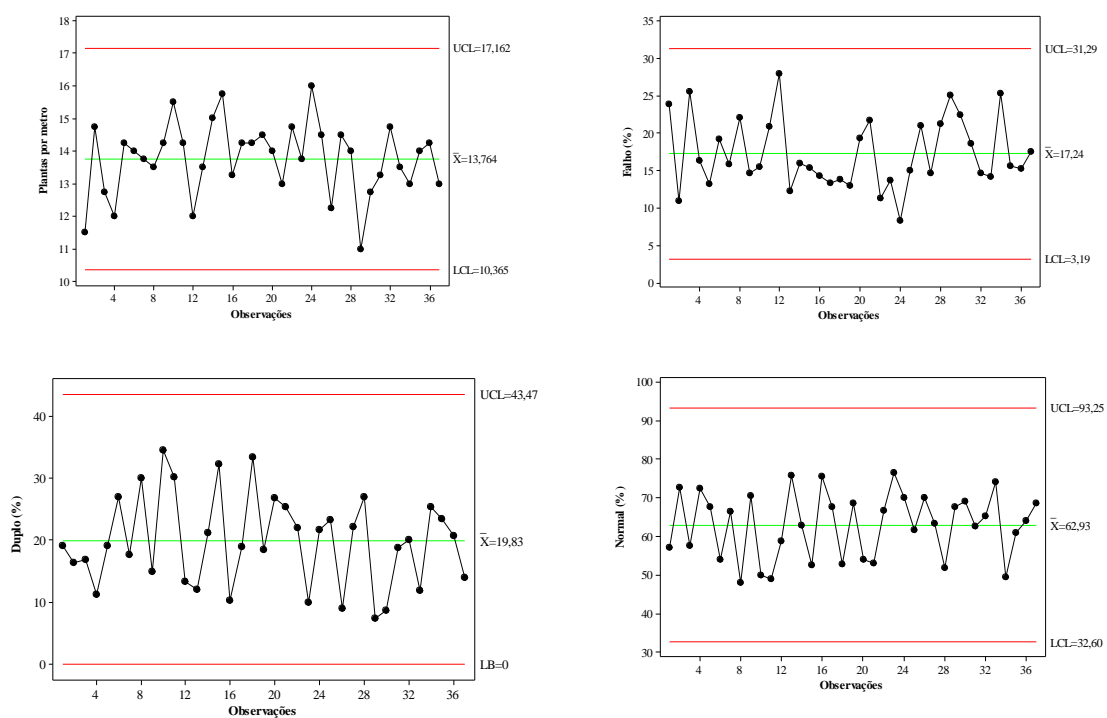


FIGURA 5. Cartas de controle para estande de plantas e distribuição normal para semeadora pneumática.

5 CONCLUSÕES

Embora ambas as semeadoras não atinjam o desempenho mínimo aceitável a semeadora adubadora pneumática se mostrou mais eficiente na distribuição uniforme das sementes, apresentando uma melhor distribuição longitudinal, enquanto o maior número de falhas duplas na semeadura foi identificado junto à semeadora mecânica.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT (Rio de Janeiro, RJ). **Projeto de norma 04:015.06-004 - semeadoras de precisão: ensaio de laboratório - método de ensaio**. São Paulo, 26p., 1984.

AMADO, T. J. C.; SANTI, A. L.; PONTELLI, C. B.; VEZANI, F. Agricultura de Precisão como ferramenta de aprimoramento do manejo do solo. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, p. 46-54, 2004.

BALASTEIRE, Luiz Antônio. **Máquinas Agrícolas**. São Paulo: Editora Manole LTDA, 1987, 307p.

BALASTREIRE, L. A. A experiência com pesquisas em Agricultura de Precisão na ESALQ–USP. In: **CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMÉRICA LATINA**. Curitiba. Anais... Curitiba: Microservice, 1998.

BALL, S. T.; MULLA, D. J.; KONZAK, C. F. Spatial heterogeneity affects variety trial interpretation. **Crop Science**, Madison, v. 33, n. 5, p. 931-935, 1993.

BONILLA, J.A. **Métodos quantitativos para qualidade total na agricultura**. 2.ed. 250p. Contagem: Littera Maciel, 1995.

BOTTEGA, E. L., VIAN, T., GUERRA, N., NETO, A.M.O. **Diferentes dosadores de sementes e velocidades de deslocamento na semeadura do milho em plantio direto**. Pesquisa Agropecuária Pernambucana, v. 22, n. u, 2017.

BROWNIE, C.; BOWMAN, D. T.; BURTON, J. W. **Estimating spatial variation in analysis of data from yield trials: a comparison of methods**. Agronomy Journal, Madison, v. 85, n. 6, p. 1244-1253, 1993.

CAPELLI, N.L. **Agricultura de precisão - Novas tecnologias para o processo produtivo**. LIE/DMAQAG/ FEAGRI/UNICAMP, 1999.

COELHO, J. L. D. **Ensaio e certificação das máquinas para semeadura**. In: MIALHE, L. G. Máquinas agrícolas: ensaios e certificação. Piracicaba: FEALQ, 1996. Cap. 11, p. 551-570.

COELHO, J. L. D. **Avaliação de elementos sulcadores para semeadoras-adubadoras utilizadas em sistema conservacionista de manejo do solo**. Universidade Estadual de Campinas, dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Campinas, 1998, 96f.

CORTEZ, J. W. **Densidades de semeadura da soja em profundidade de posição de adubo no sistema plantio direto**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 87 p., 2007.

CRUZ, S. C. S.; SENA-JUNIOR, D. G.; SANTOS, D. M. A.; LUNEZZO, L. O.; MACHADO, C. G. Cultivo de soja sob diferentes densidades de semeadura e arranjos espaciais. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 3, n. 1, p. 1–6, jan./mar. 2016.

DALACORTE, R.; STEVAN, S. L. **Gestão da distribuição agrícola de sementes e fertilizantes: Técnicas e tecnologias para redução de falhas de distribuição**. Espacios, Vol. 38, Nº 39, p. 32, 2017.

DUNCAN, A.I. **Quality control and industrial statistics**. Illinois: Richard D. Irwin Inc., 945p., 1986.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 4. ed. Brasília, 2014.

FATORGIS. **Agricultura de precisão: A tecnologia de GIS/GPS chega às fazendas**. Curitiba, 1998.

FARNHAM, D. E. **Site-specific crop management: what have we learned and where do we go from here?** Ames: Iowa State University-Department of Agronomy, 6 p., 2000.

FRAISSE, C. Agricultura de Precisão: a tecnologia de GIS/GPS chega às fazendas. **Revista Fator GIS**, Curitiba, n. 21, p. 28-33, 1998.

GOERING, C. E. **Recycling a concept**. Agricultural Engineering, St. Joseph, v. 65, n. 6, p. 25, 1993

GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental**. Piracicaba: SP, p. 403, 1985.

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.

LANDIM, P.M.B; YAMAMOTO, J. K. **Geoestatística: Conceitos e aplicação**. São Paulo: Oficina de textos, 215p., 2013.

LANDIM, P.M.P. **Análise estatística de dados geológicos**. Fundação Editora da UNESP, São Paulo, 226 p. 1998.

MACHADO, T. M., REYNALDO, É. F. **Avaliação de diferentes semeadoras e mecanismos dosadores de sementes em relação à velocidade de deslocamento**. Energia na agricultura, 32(1), p. 12-16, 2017.

MATTOS, V.L.D. **Implantação de controle estatístico de processo em uma olaria de pequeno porte**. Dissertação de Mestrado, 122p. Universidade Federal de Santa Maria, Florianópolis, 1997.

MIGNOTI, S.A.; FIDELIS, M.T. Aplicando a geoestatística no controle estatístico de processo. **Revista Produto & Produção**, Porto Alegre, v.5, n.2, p.55-70, 2001.

MOLIN, J. P. Desafios da agricultura brasileira a partir da agricultura de precisão. In: **SIMPÓSIO SOBRE ROTAÇÃO SOJA/MILHO NO PLANTIO DIRETO**. 3., 9 p., Campinas, 2002.

MONTGOMERY, D.C. **Introduction to statistical quality control**. 5.ed. 677p. New York: John Wiley & Sons, 1996.

MONTGOMERY, D. C. **Introduction to statistical quality control**. 3 ed. 677p. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1997.

MULLA, D. J. Mapping and managing spatial patterns in soil fertility and crop yield. In: ROBERT, P. C.; RUST, R. H.; LARSON. W. E. (Ed.). **Soil specific crop management**. p. 15-26. Madison: ASA, 1993.

PETTER, F. A., S. J. A. da., ZUFFO, A. M., ANDRADE, F. R., PACHECO, L. P., & ALMEIDA, F. A. de. **Elevada densidade de semeadura aumenta a produtividade da soja? Respostas da radiação fotossinteticamente ativa**. *Bragantia*, 75(2), p. 173-183, 2016.

PINTO, J F. **Comportamento da plasticidade de plantas de soja frente a falhas e duplas dentro de uma população**. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, 2010.

POSSEBON, S. B. **Desempenho de uma semeadora-adubadora e métodos de aplicação de inseticidas no sulco em plantio direto**. 2011, 114f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria: 2011.

ROZA, D. Novidade no campo: Geotecnologias renovam a agricultura. **Revista InfoGEO**, n 11 - jan/fev, 2000.

SANTOS FILHO, A. G.; SANTOS, J. E. G. **Apostila de Máquinas Agrícolas**. Bauru: Universidade Estadual Paulista, UNESP. Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Mecânica, Agosto, 2001. 88p.

SCHARF, P. C.; ALLEY, M. M. Accounting for spatial yield variability in field experiments increases statistical power. **Agronomy Journal**, Madison, v. 85, n. 6, p. 1254-1256, 1993.

SCHLINDWEIN, J. A.; ANGHINONI, I. Variabilidade horizontal de atributos de fertilidade e amostragem do solo no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 85-91, 2000.

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. **Ciência Agrícola** n.25, p. 699-707, 2000.

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. **Ciência Agrícola**, Piracicaba, v.57, n. 1, p. 7-12, 2000.

TOURINO, M. C. C.; REZENDE P. M.; ALMEIDA, L. G. P.; SILVA, L. A. Comparativo na uniformidade de distribuição de sementes em função do tipo de semeadoras. **Revista Brasileira de Agrocência**, Pelotas, v.13, n.3, p. 383-392, 2007.

TOURINO, M. C. C. **Influência da velocidade tangencial dos discos de distribuição e dos condutores de sementes de soja, na precisão de semeadoras**. UNICAMP Campinas, 114p., 1993.

TRINDADE, C. et al. **Ferramentas da qualidade: aplicação na atividade florestal**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 124p., 2000.

VIEIRA, S.R.; MILLETE, J.; TOPP, G.C. & REYNOLDS, W.D. Handbook for geostatistical analysis of variability in soil and climate data. In: ALVAREZ, V.V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R.; BARROS, N.F.; MELLO, J.W.V. & COSTA, J.M. **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.2, p.1-45, 2002.

VOLLMANN, J.; WINKLER, J.; FRITZ, C. N.; GRAUSGRUBER, H.; RUCKENBAUER, P. Spatial field variations in soybean (*Glycine max* [L.] Merr.) performance trials affect agronomic characters and seed composition. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 12, n. 1, p. 13-22, 2000.

WESTGARD, J.O.; BARRY, P. **Cost-effective quality control: managing the quality and productivity of analytical processes**. Washington: AACC Press, 228 p., 1986.