

PADRÕES DE ALEATORIEDADE DECORRENTE DA SEMEADURA CONVENCIONAL E CRUZADA DE SOJA

MURILO APARECIDO VOLTARELLI¹, RAFAEL GOMES DE AZEVEDO², VICENTE FILHO ALVES SILVA³, CRISTIANO ZERBATO⁴, ROUVERSON PEREIRA DA SILVA⁵

¹ Doutorando, Msc. Eng. Agrônomo, Univ Estadual Paulista, Departamento de Engenharia Rural, Jaboticabal – SP. e-mail: murilo_voltarelli@hotmail.com

² Graduando em Agronomia, Univ Estadual Paulista, Departamento de Engenharia Rural, Jaboticabal – SP.

³ Prof. Msc. Eng. Agrônomo, Universidade Federal Rural da Amazônia, Parauapebas – PA. email: vicente.silva@ufra.edu.br

⁴ Doutorando, Msc. Eng. Agrônomo, Univ Estadual Paulista, Departamento de Engenharia Rural, Jaboticabal – SP. e-mail: cristianozerbato@hotmail.com

⁵ Prof. Dr. Eng. Agrícola, Univ Estadual Paulista, Departamento de Engenharia Rural, Jaboticabal – SP. e-mail: rouverson@fcav.unesp.br

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: Estudos sobre o sistema de semeadura cruzada de soja ainda são escassos no País e, portanto, são necessários a fim de verificar se este sistema de semeadura apresenta maior qualidade e viabilidade em relação ao convencional. Neste contexto, objetivou-se avaliar a qualidade de semeadura cruzada de soja em relação á convencional por meio do controle estatístico de processo. O trabalho foi conduzido em área da fazenda da UNESP/Jaboticabal, SP, com delineamento inteiramente casualizado, constituído por 30 pontos amostrais (repetições) para cada sistema de semeadura. O trator utilizado foi o MF660, 4x2 TDA, com 110 kW (150 cv) no motor, e a semeadora-adubadora de precisão foi a Marchesan, modelo COP Suprema 7/4, equipada para semeadura direta, operando com 7 fileiras de semeadura, espaçamento entre fileiras de 0,45 m. As variáveis avaliadas constituíram-se da distribuição longitudinal das sementes e do estande inicial de plântulas. Os espaçamentos normais, falhos, duplos e a população final de plantas apresenta comportamento aleatório do conjunto de dados para os padrões de mistura e oscilação.

PALAVRAS-CHAVE: controle estatístico de processo, run-charts, estande de plantas.

STANDARDS OF RANDOMNESS RESULTING SEEDING AND CONVENTIONAL CROSS OF SOYBEAN

ABSTRACT: Studies on the system of cross-seeding of soybeans are still scarce in the country and, therefore, are needed in order to verify that this system has higher seed quality and viability compared to conventional. In this context, we aimed to evaluate the quality of cross-seeding of soybeans compared to conventional through statistical process control. The work was conducted in the farm area of UNESP/Jaboticabal, SP, completely randomized design, consisting of 30 sampling points (replicates) for each seeding system. The tractor used was the MF660, 4x2 TDA, with 110 kW (150 hp) engine, and precision seeder was Marchesan model COP Supreme seven quarters, equipped for direct seeding, operating with 7 rows of sowing, spacing between rows of 0.45 m. The variables evaluated consisted of longitudinal distribution of seeds and initial plant stand. The normal, defective, double and plant population shows random behavior of the data set for mixing patterns and oscillation.

KEYWORDS: statistical control process, run-charts, plant stands.

INTRODUÇÃO: Estudos já foram realizados com a cultura da soja em relação à densidade de semeadura, definindo aquelas que melhor se ajustam para determinadas cultivares, no entanto, o arranjo espacial das plantas na área, em sistema de semeadura cruzada ainda não foi estudado experimentalmente. Na prática, observa-se muito este tipo de semeadura nas bordas de áreas de plantio, como uma forma compensatória, mas são realizadas empiricamente. As condições do meio aonde as plantas irão se desenvolver são fundamentais para maximizar a expressão do potencial produtivo das cultivares. Assim, alterações relacionadas com a população de plantas podem reduzir ou aumentar os ganhos em produtividade, pois essa característica é consequência da densidade das plantas nas linhas e do seu espaçamento entre as linhas (ZERBATO et al., 2013). Entretanto a desuniformidade na distribuição longitudinal de plantas implica em um aproveitamento ineficiente dos recursos disponíveis, como luz, água e nutrientes (JASPER et al. 2011). O Controle Estatístico de Processo (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 (MINGOTI & FIDELIS, 2001). Com a correção e a eliminação de desperdícios e falhas, redução de custos e aumento da produtividade, inúmeras vantagens serão acrescidas à competitividade do campo (BONILLA, 1994).

Diante do exposto, pressupondo-se que os indicadores de qualidade na semeadura convencional e cruzada de soja seja influenciado por padrões de não-aleatoriedade, objetivou-se neste trabalho avaliar a qualidade de semeadura cruzada de soja em relação à convencional por meio do controle estatístico de processo.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido na área agrícola do município de Jaboticabal-SP, próximo às coordenadas geodésicas 21°14' latitude Sul e 48°17' longitude Oeste, com altitude média de 595 metros e declividade média de 4%. O solo da área experimental é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico, textura argilosa e relevo suave ondulado, de acordo com Andrioli & Centurion (1999). Adotou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo 30 pontos amostrais para cada sistema de semeadura.

O trator utilizado foi o MF660, 4x2 TDA, com 110 kW (150 cv) no motor, e a semeadora-adubadora de precisão foi a Marchesan, modelo COP Suprema 7/4, equipada para semeadura direta, operando com 7 fileiras de semeadura, espaçamento entre fileiras de 0,45 m, com largura útil de 3,6 m e profundidade de semeadura de 3 cm. A cultivar de soja utilizada foi 50615RR 10sw da empresa Dow AgroSciences. A distribuição longitudinal entre as plântulas na fileira de semeadura foi determinada mediante classificação proposta por Kurachi et al. (1989), baseado em espaçamento de referência (Xref) de acordo com a regulagem da semeadora em 3 m de duas fileiras de cada sistema de semeadura, sendo os Xref: 4,16 cm (24 sementes m⁻¹) e 5,55 cm (18 sementes m⁻¹) para a semeadura convencional e para cada linha da semeadura cruzada, respectivamente. A população final de plantas foi mensurada na mesma área amostral e extrapolada para plantas por hectare. A semeadura cruzada consistiu na distribuição de sementes em linhas paralelas, como é realizada convencionalmente na soja, seguida de nova distribuição sobre a mesma área, com as novas linhas formando ângulos de 90° em relação às anteriores, ou seja, formando um gride de linhas sobre a área de cultivo.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise por meio do controle estatístico de processo, utilizando-se como ferramenta para verificar a aleatoriedade ou não aleatoriedade do processo, nos quais se procura a redução da variabilidade, os gráficos sequenciais (run-charts), que segundo Werkema (2006) é um gráfico de dados ao longo do tempo, utilizado para verificação do processo, permitindo identificar as possíveis presenças de causas especiais de variação, principalmente, quando as cartas de controle são diagnosticadas como estáveis, como todos os pontos dentro dos limites de controle.

Os valores padrões são calculados a partir de uma sequência ordenada de dados, com um eixo horizontal centralizado (sendo a mediana mais usada na maioria dos casos). Um gráfico sequencial permite o monitoramento do processo e a identificação do tipo de variação a que o mesmo está submetido ao longo do tempo, pela análise conjunta dos parâmetros sensitivos dos gráficos (NHS Scotland 2013). Ainda de acordo com NHS Scotland (2013), o ideal para se criar um gráfico sequencial é que se tenha um mínimo de 15 pontos amostrais, sendo então possível identificar a ocorrência de causas não aleatórias decorrentes do processo e identificar o padrão existente, podendo

ser este padrão classificado como tendência (sequência de sucessivos aumentos ou diminuições nas observações), oscilação (existência de um padrão regular está ocorrendo ao longo do tempo), mistura (ausência de pontos próximos à linha central) e agrupamento (grupos de pontos em uma área determinada gráfico sequencial).

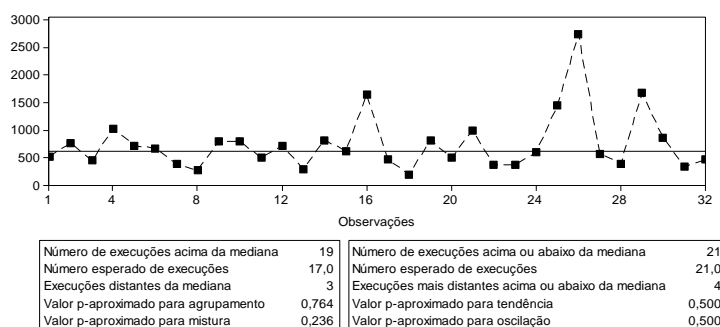


FIGURA 1. Modelo de run-chart ou gráfico sequencial para detectar padrões não-aleatórios.

A verificação da possível aleatoriedade dos dados foi realizada por meio de um teste semelhante ao de probabilidade a 5% e, uma vez que o p-valor para os padrões for inferior a 0,05, rejeita-se a hipótese nula de não aleatoriedade, em favor da alternativa para o padrão testado (MINITAB, 2007).

A ocorrência destes padrões pode indicar que o processo se encontra próximo a extrapolar os limites de controle, ou seja, torna-se instável, ou até mesmo a sua potencial estabilidade. Vale ressaltar que este teste é unilateral e que o padrão é calculado de um único lado da linha central para tendência e oscilação, sendo que para os padrões de agrupamento e mistura estes são calculados em ambos os lados da linha central.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Tabela 1 verificam-se os valores padrões de aleatoriedade detectados pela análise dos gráficos sequenciais (por meio dos valores padrões) para os indicadores de qualidade espaçamentos normais (LCC), falhos (LCC), duplos (SC e LPC) e para a população final de plantas (SC) na semeadura convencional e cruzada de soja.

TABELA 1. Valores padrões de probabilidade dos gráficos sequenciais para os indicadores de qualidade avaliados na semeadura convencional e cruzada de soja.

Semeadura					
Indicadores de qualidade	Linhas**	Padrões de não-aleatoriedade			
		A*	M	T	O
Espaçamentos normais (%)	SC	0,06*	0,93 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,44 ^{ns}
	LPC	0,03*	0,96 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,77 ^{ns}
	LCC	0,35 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,88 ^{ns}
Espaçamentos falhos (%)	SC	0,01*	0,98 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,44 ^{ns}
	LPC	0,00*	1,00 ^{ns}	0,01*	0,98 ^{ns}
	LCC	0,13 ^{ns}	0,86 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,88 ^{ns}
Espaçamentos duplos (%)	SC	0,35 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,44 ^{ns}
	LPC	0,77 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,06 ^{ns}
	LCC	0,01*	0,98 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,44 ^{ns}
População final de plantas (plantas ha ⁻¹)	SC	0,07 ^{ns}	0,92 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,44 ^{ns}
	SCR	0,03*	0,96 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,27 ^{ns}

* A – Agrupamento; M – Mistura; T – Tendência; O – Oscilação; * valores padrões de não aleatoriedade detectados pelo teste de probabilidade a $p < 0,05$; ^{ns} valores padrões de aleatoriedade detectados pelo teste de probabilidade a $p > 0,05$.

** SC: Semeadura convencional. LPC: Linha principal da semeadura cruzada. LCC: Linha que cruza da semeadura cruzada. SCR: semeadura cruzada.

Tal aleatoriedade ou causas naturais dos valores padrões retratam que para estes indicadores de qualidade, os mesmos não causam ou geram a instabilidade do processo, o que tem como consequência maior segurança na interpretação dos resultados e, posteriormente, no desempenho da qualidade da operação. Por outro lado, os indicadores de qualidade espaçamentos normais (SC e LPC), falhos (SC e LPC) e a população final de plantas (SCR) apresentaram comportamento não-aleatório ou a ocorrência de padrões detectados ao longo do tempo. Ressalta-se ainda que, com a exceção do espaçamento falho (LPC), não houve nenhum outro padrão de não-aleatoriedade detectado, o que reflete em uma condição mais homogênea do grupo de dados, não havendo aumentos ou diminuições sucessivas nos valores da distribuição longitudinal de plantas.

Observa-se ainda que não houve diagnóstico do padrão de oscilação e mistura para todas as os indicadores de qualidade da sementeira, independente do sistema utilizado, podendo indicar que sob a óptica deste resultado, que tais indicadores não sofreram alternância dos valores individuais ao redor da média repetidas vezes, sistematicamente, e não houve uma distribuição binomial, respectivamente, durante a operação.

CONCLUSÕES: Os espaçamentos normais, falhos, duplos e a população final de plantas apresenta comportamento aleatório do conjunto de dados para os padrões de mistura e oscilação. A população final de plantas na sementeira convencional apresenta a presença somente de causas comuns do decorrer do processo, podendo ser um indicativo de sua estabilidade.

REFERÊNCIAS

- Andrioli, I.; Centurion, J. F. Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27, Brasília, 1999. Anais..., Brasília, Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 1999. 32p. (T025-3 CD-ROM).
- Bonilla, J. A. Qualidade total na agricultura: fundamentos e aplicações. 2.ed. Belo Horizonte: Centro de Estudos de Qualidade Total na Agricultura, 1994. 344p.
- Jasper, R.; Jasper, M.; Assumpção, P. S. M.; Rocil, J.; GARCIAL. C. Velocidade de sementeira da soja. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 102-110, 2011.
- Kurachi, S. A. H.; Costa, J. A. S.; Bernardi, J. A.; Coelho, J. L. O.; Silveira, G. M. Avaliação tecnológica de sementeiras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaios e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. Bragantia, Campinas, v. 48, n. 2, p. 249-62, 1989.
- Mingoti, S.A.; Fidelis, M. T. Aplicando a geoestatística no controle estatístico de processo. Revista Produto e Produção, v.5, p.55-70, 2001.
- Minitab. MINITAB Release 16: Meet MINITAB 16. MINITAB StatGuide; MINITAB Help. [S.l.]: Minitab., 2007.
- National Healthcare Services Scotland. NHS. Statistical process control: tutorial guide monitoring quality in healthcare. Disponível em: http://www.indicators.scot.nhs.uk/SPC/Statistical_Process_Control_Tutorial_Guide_V5.pdf Acesso em: 30 maio 2013.
- Werkema, C. Lean seis sigma: Introdução às ferramentas do Lean Manufacturing. Belo Horizonte: Werkema, 2006. p. 20-120.
- Zerbato, C.; Voltarelli, M. A.; Silva, V. F. A.; Silva, R. P.; Lopes, D. C. Qualidade da sementeira cruzada e convencional de Soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 42, Fortaleza, 2013. Anais..., Fortaleza, Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2013. 4p. (CD-ROM).