

CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO NA OPERAÇÃO DE SEMEADURA DO MILHO

**ELIVÂNIA MARIA SOUSA NASCIMENTO¹, JEAN LUCAS PEREIRA OLIVEIRA²,
CARLOS EDUARDO ANGELI FURLANI³, JAMILE DO NASCIMENTO SANTOS⁴,
CARLOS ALESSANDRO CHIODEROLI⁵**

¹ Engenheira Agrônoma, doutora pela Universidade Federal do Ceará, Professora UEMG,

² Engenheiro Agrônomo, doutorando em Agronomia pela UNESP-Jaboticabal/SP. jp.oliveira@unesp.br

³ Engenheiro Agrônomo, Professor da Universidade Estadual Paulista, UNESP-Jaboticabal.

⁴ Engenheira Agrônoma, mestranda em Agronomia pela UNESP-Jaboticabal

⁵ Engenheiro Agrônomo, Professor da Universidade Federal do Triângulo Mineiro.

Apresentado no

LI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2022
27 a 29 de outubro de 2022 - Pelotas - RS, Brasil

RESUMO: O uso do controle estatístico nas operações agrícolas é de fundamental importância para monitorar o processo, corrigi-lo, e atestar qualidade. Assim, objetivou-se com este trabalho monitorar a qualidade do processo de semeadura na cultura do milho no semiárido cearense. O estudo foi conduzido na Fazenda Experimental Vale do Curu, Pentecoste, Ceará utilizando um conjunto trator-semeadora-adubadora. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, arranjo fatorial, 2 x 2, sendo dois métodos de semeadura e duas velocidades de deslocamento. Avaliou-se o espaçamento entre sementes, profundidade de deposição de semente e adubo por meio do controle estatístico do processo (CEP). O processo de semeadura mostrou-se estável para a profundidade de sementes, no entanto, a profundidade de adubo apresentou comportamento instável em todos os tratamentos avaliados. O controle estatístico do processo foi eficiente na avaliação do processo de semeadura, sendo esta ferramenta adequada para avaliar o processo.

PALAVRAS-CHAVE: cartas de controle, protótipo, camalhão.

USE OF STATISTICAL PROCESS CONTROL IN THE CORN SEEDING OPERATIONS

ABSTRACT: The use of statistical control in agricultural operations is of fundamental importance for monitoring the process, correcting it, attesting quality. The objective of this work was to evaluate the quality of the sowing process in the corn crop. The study was conducted at the Curu Valley Experimental Farm, Pentecoste-CE, using a tractor-seeder-fertilizer set. The experimental design was in randomized blocks, factorial arrangement, 2 x 2, two sowing methods and two displacement speeds. Seed spacing, depth of seed and fertilizer deposition were analyzed by statistical process control (SPC). The sowing process was stable for seed depth, however, the depth of fertilizer showed unstable behavior in all treatments evaluated. The statistical control of the process was efficient in the evaluation of the sowing process, being this tool adequate to evaluate the process.

KEYWORDS: control charts; prototype; ridge.

INTRODUÇÃO: O processo de semeadura busca a adequada distribuição longitudinal das sementes no solo, aliada à correta profundidade de deposição para se obter estande adequado e uniforme (ALMEIDA et al., 2010). Durante o processo de implantação, a velocidade adequada, umidade do solo, correta distribuição de semente e adubo no solo, a abertura e o fechamento dos sulcos, são os fatores que mais contribuem para a qualidade do processo (REYNALDO et al., 2015). O uso do CEP nas operações agrícolas pode vir a ser fundamental. Originalmente empregadas em processos industriais, atualmente têm auxiliado o gerenciamento das operações agrícolas, permitindo à identificação de causas naturais e/ou especiais, monitoramento e eliminação das causas de variabilidade do processo (ARCOVERDE et al., 2017). A variabilidade em processos agrícolas mecanizados tem sido investigada por meio de ferramentas de qualidade do processo na colheita mecanizada da cana-de-açúcar (VOLTARELLI et al., 2015), na semeadura do milho (MELO et al., 2013) e, por fim, nas perdas na colheita mecanizada do milho (ZERBATO et al., 2013). Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade do processo de semeadura da cultura do milho no semiárido cearense por meio do controle estatístico do processo (CEP).

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Experimental Vale do Curu, pertencente à Universidade Federal do Ceará (UFC), Pentecoste-CE, localizado a 49 m de altitude, 3°49' latitude Sul e 39°20' longitude Oeste. De acordo com a classificação de Köppen, apresenta clima tipo BSw'h' (semiárido com chuvas irregulares), com médias anuais de 806,5 mm de precipitação, temperatura média de 28 °C e umidade relativa média do ar de 73,8%. O solo da área é classificado como Planossolo de textura franco-arenosa (EMBRAPA, 2013). Como fonte de potência, foi utilizado um trator Massey Ferguson modelo MF265, 4 x 2, 47,8 kW (65 cv) equipados com pneus diagonais, eixo dianteiro 6.00-16 F2 com pressão de inflação de 46 psi (317,15 kPa) e traseiro 14.4-30 com pressão de inflação de 11 psi (75,84 kPa) e uma semeadora-adubadora com duas linhas de semeadura, espaçadas a 0,90 m entre linhas, disco dosador horizontal com 27 furos para a cultura do milho e depósito de sementes e adubo com capacidade de 20 L. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, arranjo fatorial, 2 x 2, sendo dois métodos de semeadura (S1 - dentro do sulco e S2 - em cima do camalhão) e duas velocidades (V1 - 3,05 e V2 - 4,24 km h⁻¹), com quatro repetições. Cada parcela experimental ocupou uma área de 30 x 2 m, com 5 m para estabilidade do conjunto mecanizado. Para avaliar a qualidade da semeadura, foram determinados: profundidade de deposição de semente e adubo e espaçamento entre sementes. O Controle Estatístico do Processo (CEP) foi utilizado como forma de avaliar a estabilidade do processo (ALBIERO et al., 2012; MELO et al., 2013), utilizando-se como ferramenta de cartas de controle para valores individuais e de amplitude móvel, de modo a permitir a verificação da estabilidade do processo, aos dados que não apresentarem normalidade utilizou-se a Média Móvel Exponencial Ponderada (MMEP) para avaliar a variabilidade que ocorreu entre as médias (MONTGOMERY, 2013). Para a análise dos dados foi utilizado o software Minitab® 14.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Pelo gráfico de controle (Figura 1), percebe-se que o processo para a qualidade do espaçamento entre sementes, apresentou-se instável para os tratamentos S1V2 e S2V1, respectivamente. Existem 2 pontos fora de controle do limite inferior, levando a instabilidade do processo conforme Ribeiro e Caten (2011).

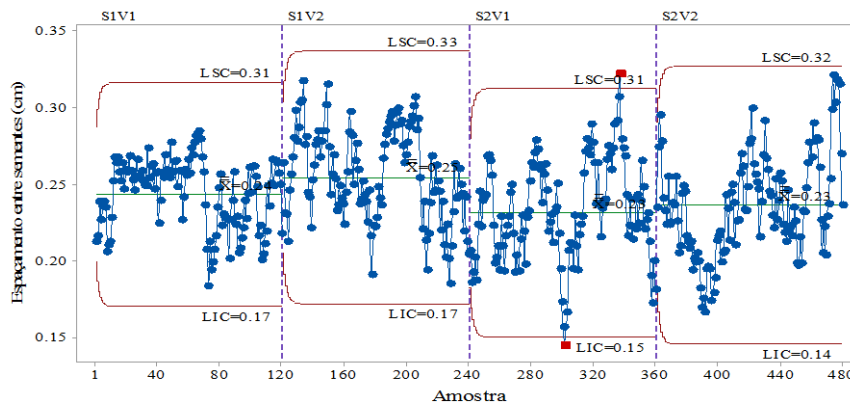


FIGURA 1. Carta de controle para o espaçamento entre sementes nos tratamentos avaliados.

Legenda: S1 - semeadura no sulco, S2 - semeadura no camalhão, V1 - 3,05 km h⁻¹, V2 - 4,24 km h⁻¹, LSC - Limite de controle superior, LIC - Limite de controle inferior, \bar{X} - média móvel exponencialmente ponderada.

Apesar da variabilidade apresentada, verifica-se que 95% das amostras encontram-se dentro do intervalo de confiança, deste modo conforme metodologia sugerida por Barros (2008) esse processo pode ser considerado estável. Neste trabalho, os gráficos MMEP utilizaram todos os dados obtidos, assim, não foram retirados os 5% de dados discrepantes conforme os autores acima sugerem. A profundidade de deposição de semente apresentou comportamento estável durante a operação em todos os tratamentos avaliados, com todos os pontos dentro dos limites inferior e superior de controle (Figura 2). Ressalta-se que, a semeadura no sulco, na velocidade de 3,05 km h⁻¹ (S1V1) propiciou maior profundidade de deposição de semente.

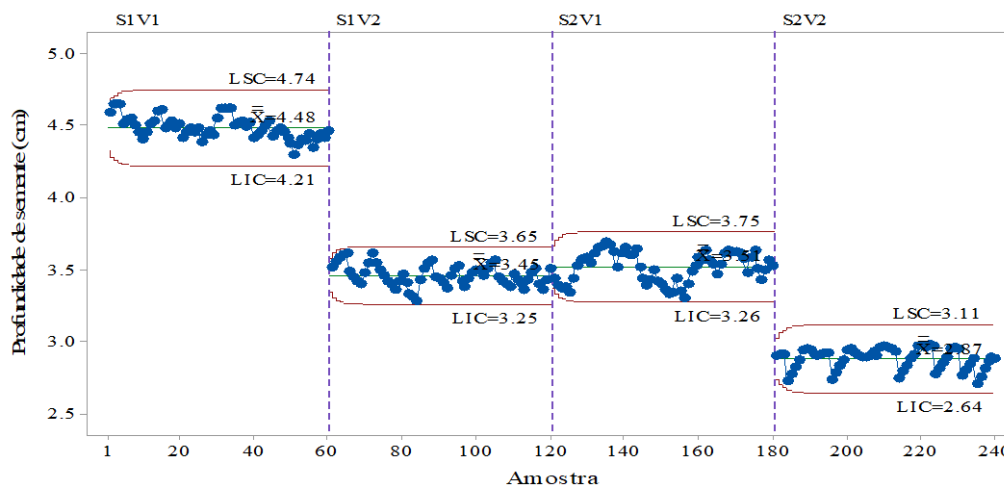


FIGURA 2. Carta de controle para a profundidade de semente nos tratamentos avaliados.

Legenda: S1 - semeadura no sulco, S2 - semeadura no camalhão, V1 - 3,05 km h⁻¹, V2 - 4,24 km h⁻¹, LSC - Limite de controle superior, LIC - Limite de controle inferior, \bar{X} - média móvel exponencialmente ponderada.

Por outro lado, a semeadura no camalhão, na velocidade de 4,24 km h⁻¹ proporcionou menos profundidades de deposição de sementes. Isto pode ser explicado, pois com o decréscimo da velocidade, contribuiu para o aumento da profundidade de deposição de sementes, corroborando com os trabalhos realizados por Cortez et al. (2007) que verificaram que a profundidade de deposição de semente para o milho concentra-se entre 3 a 7 cm, porém Weirich Neto (2004) relatou que a profundidade ideal de deposição da semente é de 3,9 cm e que sementes depositadas abaixo ou acima dessa profundidade, necessitaram de tempo maior para emergir. A profundidade de deposição do adubo apresentou comportamento instável durante a operação para todos os tratamentos avaliados, com pontos fora dos limites inferior e superior de controle (Figura 3). Esta situação pode ser explicada pela razão de os limites

calculados apresentarem valores muito próximos um do outro, indicando a menor variabilidade durante a semeadura.

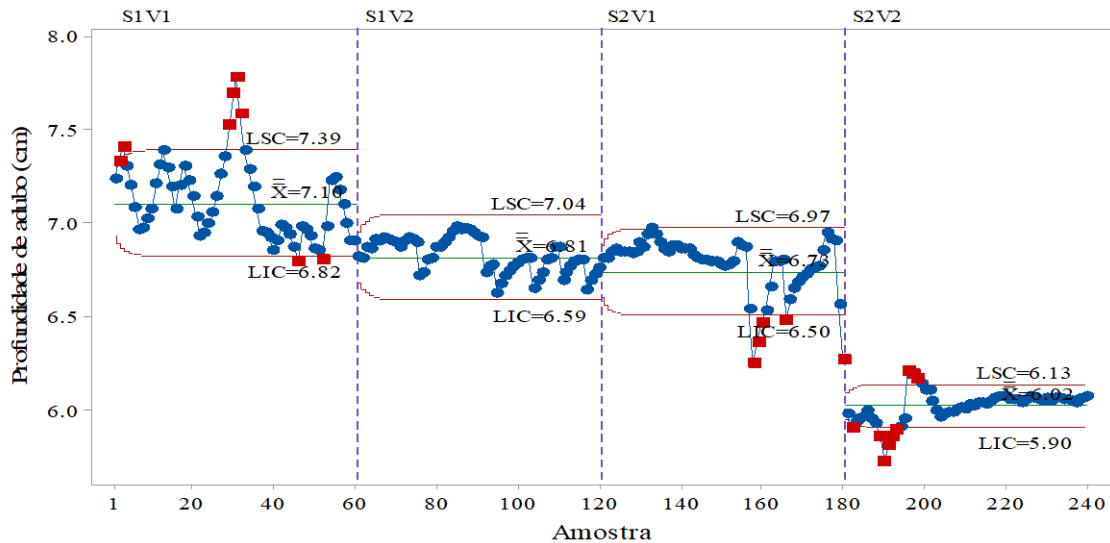


FIGURA 3. Carta de controle para a profundidade de adubo (cm) nos tratamentos avaliados.

Legenda: S1 - semeadura no sulco, S2 - semeadura no camalhão, V1 - 3,05 km h⁻¹, V2 - 4,24 km h⁻¹, LSC - Limite de controle superior, LIC - Limite de controle inferior, \bar{X} - média móvel exponencialmente ponderada.

CONCLUSÕES: A qualidade do processo de semeadura mostrou-se estável, estando dentro do processo de controle para a profundidade de sementes, no entanto, a profundidade de adubo apresentou comportamento instável em todos os tratamentos avaliados.

AGRADECIMENTOS: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001; Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará (ADECE) em parceria com a Fundação de Amparo à Pesquisa (ASTEF) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS:

- Albiero, D. Maciel, A. J. S.; Milan, M. Monteiro, L. A.; Mion, R. L. **Avaliação da distribuição de sementes por uma semeadora de anel interno rotativo utilizando média móvel exponencial.** Revista Ciência Agronômica, v.43, n.1, p.86-95, 2012.
- Almeida, R. A. S.; Silva, C. A. T.; Silva, S. L. **Desempenho energético de um conjunto trator-semeadora em função do escalonamento de marchas e rotações do motor.** Agrarian, v.3, n.7, p.63-70, 2010.
- Arcoverde, S. N. S.; Cortez, J. W.; Souza, C. M. A. **Análise da capacidade do processo de semeadura da cultura do milho de segunda safra.** Nucleus, v.1, n.1, p.165-176, 2017.
- Cortez, J. W.; Alves, P. J.; Furlani, C. E. A.; Grotta, D. C.C.; Silva, R. P. **Profundidades de semeadura do milho e cargas aplicadas na roda compactadora da semeadora.** Agrária, v.2, n.2, p.156-160, 2007.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2. ed. rev. atual. Brasília, DF: Embrapa Produção da Informação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p. 306, 2013.
- Melo, R. P.; Albiero, D.; Monteiro, L. A.; Souza, F. H.; Silva, J. G. **Qualidade na distribuição de sementes de milho em semeadoras em um solo cearense.** Revista Ciência Agronômica, v.44, n.1, p.94-101, 2013.
- Montgomery, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade.** 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.515p.
- Reynaldo, E. F.; Machado, T. M.; Taubinger, L.; Quadros, D. **Avaliação da qualidade de semeadura de milho e soja na região centro sul do estado do Paraná.** Biosfera, v.11 n.22, p. 417-426, 2015.
- Ribeiro, J. L. D.; Caten, S. T. Controle estatístico do processo: cartas de controle para variáveis, cartas de controle para atributos, função de perda quadrática, análise de sistemas de medição. Série Monográfica Qualidade, Porto Alegre: UFRGS. 2011, 156p.
- Voltarelli, M. A.; Silva, R. P. da.; Zerbato, C. Controle de qualidade em operações agrícolas mecanizadas. In: Silva, R. P. da.; Voltarelli, M. A. **Ferramentas do controle estatístico de processo aplicadas no desempenho de tratores agrícolas.** Jaboticabal: SBEA, 2015, 244p.
- Zerbato, C.; Cavichioli, F. A.; Raveli, M. B.; Marrafon, M.; Silva, R. P. **Controle estatístico do processo aplicado à colheita mecanizada de milho.** Engenharia na Agricultura, v.21, n.3, p.261-270, 2013.