

## CONTROLE ESTATÍSTICO APLICADO A SEMEADURA DA CULTURA DO MILHO

VICENTE FILHO ALVES SILVA<sup>1</sup>, CARLOS EDUARDO ANGELI FURLANI<sup>2</sup>, RAFAEL SCABELO BERTONHA<sup>3</sup>, CRISTIANO ZERBATO<sup>3</sup>, ARIEL MUNCIO COMPAGNON<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Prof. Assistente, UFRA – Universidade Federal Rural da Amazônia, Parauapebas - PA.  
vicente.silva@ufra.edu.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Prof. Adjunto III, Departamento de Engenharia Rural – FCAV/UNESP Jaboticabal - SP.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia (Ciência do Solo), FCAV/UNESP Jaboticabal - SP.

Apresentado no

XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014  
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

**RESUMO:** Com a evolução dos níveis tecnológicos das semeadoras-adubadoras utilizados principalmente pelos produtores mais tecnificados no Brasil, aumentou-se também a preocupação com a qualidade de semeadura. Objetivou-se avaliar a distribuição longitudinal de plântulas em função de velocidades e mecanismos de pressão. O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2012/13 em área experimental do Departamento de Engenharia Rural da UNESP/Jaboticabal. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com repetições dentro dos blocos. Utilizou-se 2 blocos, com 20 repetições cada, totalizado 40 dados para cada variável. Os tratamentos foram constituídos por duas velocidades (5,1 e 6,2 km h<sup>-1</sup>) e dois mecanismos de pressão sobre os sulcadores de discos duplos de sementes (molas em espiral/mecânica e pneumática/ar). Analisou-se as variáveis sobre a óptica do controle estatístico de processo (cartas de controle). O aumento da velocidade de deslocamento interfere na distribuição longitudinal de sementes, sendo que o mecanismo a Mola/Mecânico apresentou-se, mas estável durante a semeadura com a velocidade de 5,1 km h<sup>-1</sup>, distribuindo as sementes mais próximas ao espaçamento desejado. O controle estatístico mostrou-se como ferramenta adequada para o acompanhamento do processo de semeadura, podendo-se inferir sobre os dados e tomar decisões a partir da análise de seus resultados.

**PALAVRAS-CHAVES:** Cartas de controle, Plantio direto, Zea mays L.

## STATISTICAL CONTROL APPLIED TO SEEDING THE MAIZE

**ABSTRACT:** With the evolution of technology levels of the seeders - openers used mainly by higher input producers in Brazil, also increased the concern with the quality of sowing. This study aimed to evaluate the longitudinal distribution, emergence and seed depth due to speed and pressure mechanisms. The experimental design was a randomized block design with replicates within blocks. We used 2 blocks, 20 repetitions each, totaled 40 data for each variable. The treatments consisted of two speed (5.1 and 6.2 km h) and two engine pressure on the double disc furrow openers seed (coil springs/mechanical and pneumatic/air). We analyzed the variables on optical statistical process control (control charts). Increasing the speed of longitudinal displacement interfere with the distribution of seeds, and the mechanism spring/mechanical presented, but stable for seeding at the speed of 5.1 km h<sup>-1</sup>, distributing the seeds closer to the desired spacing. The statistical control show yourself as a proper tool for monitoring the seeding process, it can be inferred about the data and make decisions based on the analysis of its results.

**KEYWORDS:** Control charts, Tillage, Zea mays L.

**INTRODUÇÃO:** A cultura do milho vem a ser uma das principais culturas cultivadas no Brasil e no mundo. Sua domesticação e alta utilização vêm proporcionando cada vez mais a melhoria de técnicas de cultivo, o que tem proporcionado altas produtividades principalmente aos médios e grandes produtores que possuem melhor acesso a estas tecnologias. No entanto, baixas produtividades podem estar relacionadas a tecnologias e manejos inadequados. Aliado a isso, a qualidade da operação de semeadura pode ser um dos diferenciais para o estabelecimento adequado da cultura. Silva et al. (2011) afirmam que o Sistema de Plantio Direto (SPD), ao produzir e manter acima de cinco toneladas de palha na superfície do solo, proporciona diminuição da densidade da camada superficial, contribuindo para a infiltração de água e aeração, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular e a manutenção de maior umidade do solo, entre outros benefícios. A manutenção deste aporte de palha na superfície resulta na dissipação de energia da compactação, resultando em menor densidade dos solos. Objetivou-se avaliar a distribuição longitudinal, a emergência e profundidade da semente em função de velocidades e mecanismos de pressão.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido na área da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da UNESP/Jaboticabal, no Estado de São Paulo, no ano agrícola 2011/12, localizada nas coordenadas geodésicas 21°14'54" S e 48°16'51" W, com altitude média de 568 m e declividade média de 4%. O solo da área é classificado por ANDRIOLI & CENTURION (1999) como LATOSSOLO VERMELHO eutroférico típico, A moderado, textura argilosa e relevo suave ondulado. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é classificado como Aw, definido como tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno, com temperatura média anual em torno de 22,2°C. A amplitude térmica anual apresenta-se com temperatura média no mês mais frio em torno de 18°C e a temperatura mais quente em torno de 32°C. Esta região apresenta precipitação pluviométrica média anual de 1424 mm. Para realização do controle de qualidade em determinado processo agrícola, é essencial o uso de indicadores, que possibilitem o estabelecimento de metas quantificadas e permitam à análise crítica do desempenho do processo avaliado. Considerando-se que a utilização de projetos de mecanismos de controle de profundidade de sementes (Mola/Mecânico e AR/Pneumático) de semeadoras-adubadoras, bem como a variação da velocidade podem afetar diretamente a profundidade da semente, o número médio de dias para emergência e distribuição de sementes, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de verificar a possível influência de dois mecanismos (Mola e AR), realizados no projeto de uma semeadora-adubadora em duas velocidades de deslocamento (5,1 km h<sup>-1</sup> e 6,2 km h<sup>-1</sup>), bem como análise das supracitadas variáveis sob a óptica do controle de qualidade. Para avaliar a qualidade da operação de semeadura, utilizou-se de cartas de controle para valores individuais e amplitude entre pontos, geradas pelo programa computacional MINITAB<sup>®</sup> 14, que avalia se o processo está sob controle, estando fora de controle quando algum ponto apresentar valor maior que três vezes o desvio-padrão da média, ou seja, estar fora dos limites de controle. As cartas de controle apresentam como linha central a média geral e a amplitude média, respectivamente, e limites superior e inferior de controle, definidos como LSC e LIC, calculados com base no desvio-padrão das variáveis (para LSC, média mais três vezes o desvio-padrão, e para LIC, média menos três vezes o desvio, quando maior que zero).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Observa-se na carta de valores individuais para o espaçamento normal (Figura 1a), que todos os pontos estão dentro do limite de controle, sendo que a maior variabilidade foi verificada na utilização do mecanismo a mola na velocidade de 6 km h<sup>-1</sup>.

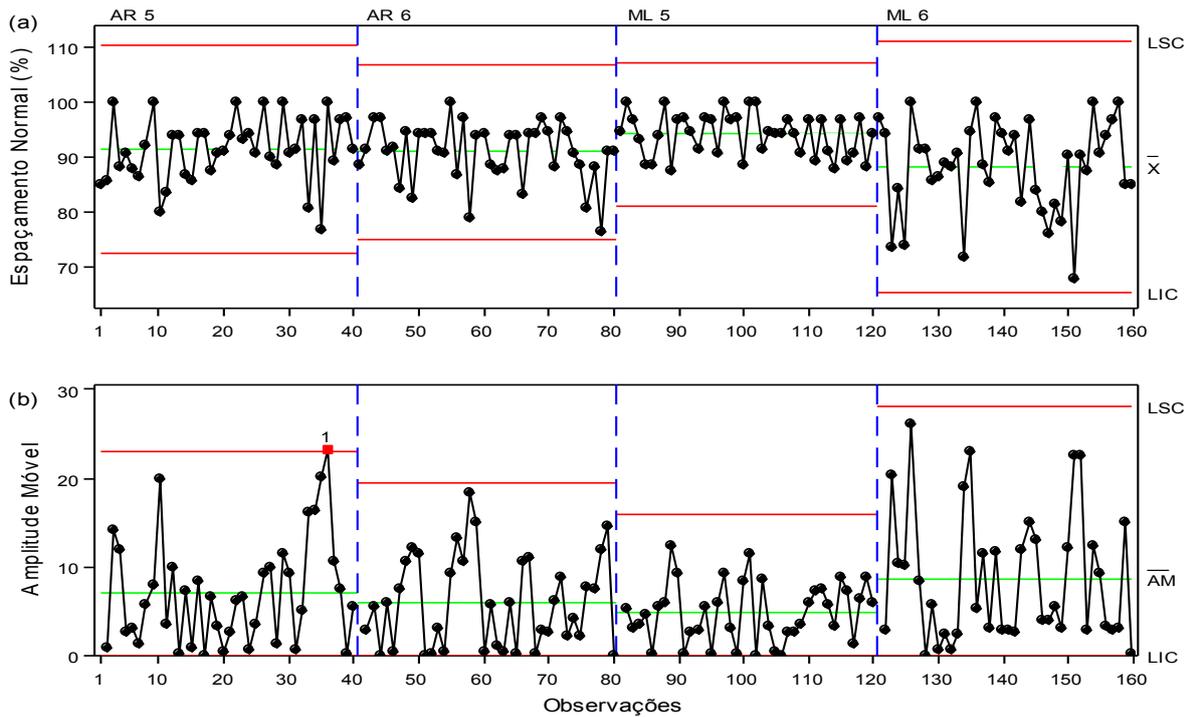


Figura 1. Cartas de controle para o espaçamento normal de plântulas na operação da semeadura mecanizada da cultura do milho. (a) Carta de valores individuais. AR 5 e 6: Mecanismo pneumático a AR a 5,1 km h<sup>-1</sup> e 6,2 km h<sup>-1</sup>; ML 5 e 6: Mecanismo a Mola a 5,1 km h<sup>-1</sup> e 6,2 km h<sup>-1</sup>; (b) Carta de amplitude móvel. LSC: Limite superior de controle; LIC: Limite inferior de controle; X: Média dos valores individuais; AM: Média da amplitude móvel.

Já para o mecanismo a Mola, observa-se que apesar da velocidade de 5,1 km h<sup>-1</sup> ter apresentado os valores da carta individual dentro dos limites de controle, nota-se que a observação n° 119 saiu do controle na carta de amplitude (Figura 2a e 2b).

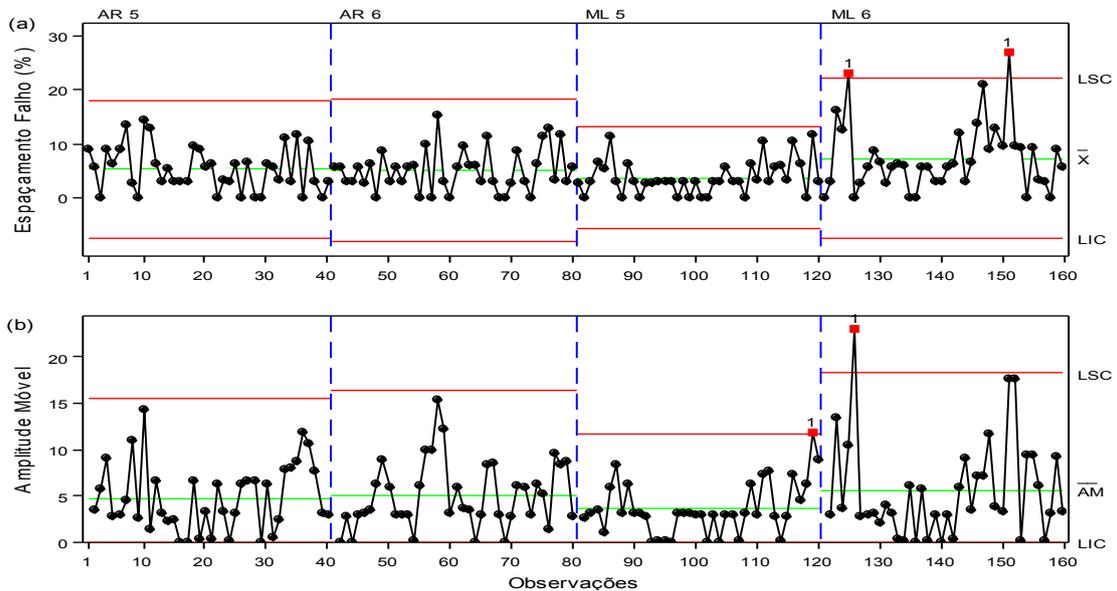


Figura 2. Cartas de controle para o espaçamento falho de plântulas na operação da semeadura mecanizada da cultura do milho. (a) Carta de valores individuais. AR 5 e 6: Mecanismo pneumático a AR a 5,1 km h<sup>-1</sup> e 6,2 km h<sup>-1</sup>; ML 5 e 6: Mecanismo a Mola a 5,1 km h<sup>-1</sup> e 6,2 km h<sup>-1</sup>; (b) Carta de amplitude móvel. LSC: Limite superior de controle; LIC: Limite inferior de controle; X: Média dos valores individuais; AM: Média da amplitude móvel.

A maior variabilidade e instabilidade para o espaçamento falho pode ser observado no tratamento com mecanismo a Mola na velocidade de  $6,2 \text{ km h}^{-1}$ . Percebe-se que até o ponto 122 o comportamento dessa variável é mais estável, comprovado pelas cartas individuais, com a maioria dos pontos superiores à média em relação os outros tratamentos.

Para o espaçamento duplo, observa-se que somente na velocidade de  $5,1 \text{ km h}^{-1}$ , para os dois mecanismos, o processo manteve-se sob controle (Figura 3). Já para a velocidade de  $6,2 \text{ km h}^{-1}$ , percebe-se que o aumento da variabilidade e instabilidade do processo está ligada aos pontos 78 e 134 respectivamente, nas cartas individuais e respectivas cartas de amplitude, afetada por alguma causa não inerente ao processo, contribuindo diretamente para o aumento do espaçamento duplo entre as plântulas.

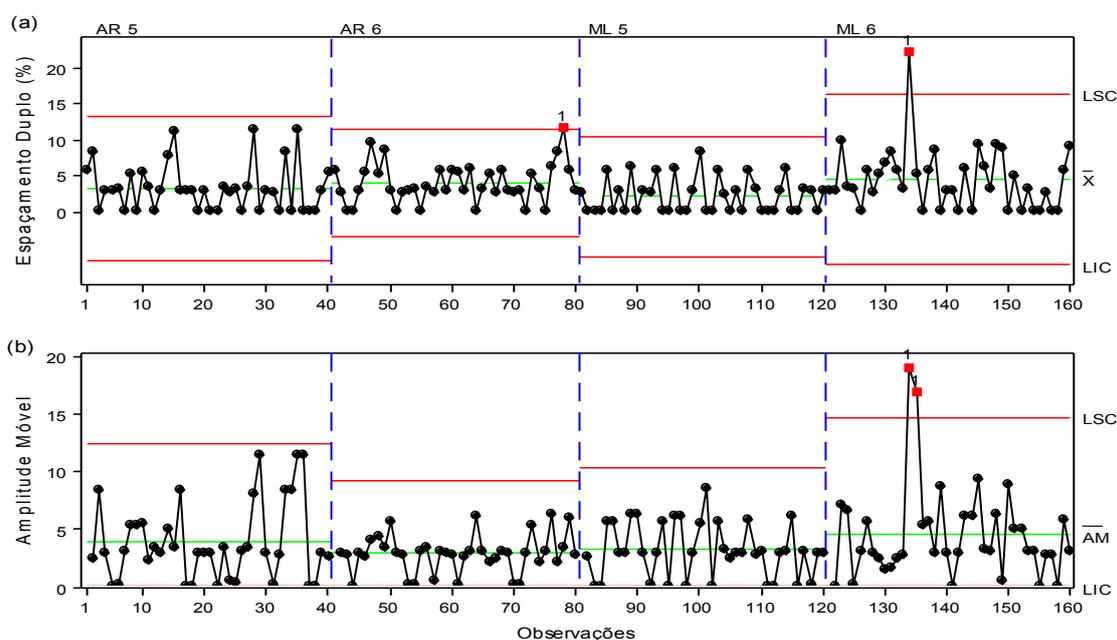


Figura 3. Cartas de controle para o espaçamento duplo de plântulas na operação da semeadura mecanizada da cultura do milho. (a) Carta de valores individuais. AR 5 e 6: Mecanismo pneumático a AR a  $5,1 \text{ km h}^{-1}$  e  $6,2 \text{ km h}^{-1}$ ; ML 5 e 6: Mecanismo a Mola a  $5,1 \text{ km h}^{-1}$  e  $6,2 \text{ km h}^{-1}$ ; (b) Carta de amplitude móvel.

LSC: Limite superior de controle; LIC: Limite inferior de controle; X: Média dos valores individuais; AM: Média da amplitude móvel.

**CONCLUSÃO:** O aumento da velocidade de deslocamento interfere na distribuição longitudinal de sementes, sendo que o mecanismo a Mola/Mecânico apresentou-se, mas estável durante a semeadura com a velocidade de  $5,1 \text{ km h}^{-1}$ , distribuindo as sementes mais próximas ao espaçamento desejado. O controle estatístico mostrou-se como ferramenta adequada para o acompanhamento do processo de semeadura, podendo-se inferir sobre os dados e tomar decisões a partir da análise de seus resultados.

## 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).
- SILVA, D. A.; SOUZA, L. C. F.; VITORINO, A. C. T.; GONÇALVES, M. C. Aporte de fitomassa pelas sucessões de culturas e sua influência em atributos físicos do solo no sistema plantio direto. *Bragantia*, Campinas, v. 70, n. 1, p. 147-156, 2011.