



Transplântio semi-mecanizado de mudas de tomate em função da velocidade de operação

Semi-mechanized transplanting of tomato seedlings under operating speeds

Túlio de Almeida Machado^{1*}, Fábio Lúcio Santos², Domingos Sárvio Magalhães Valente³, Haroldo Carlos Fernandes⁴, João Paulo Barreto Cunha⁵

Resumo: O transplântio semi-mecanizado de mudas de tomate industrial tem se tornado uma alternativa viável para os produtores, visto que possibilita o aumento da capacidade operacional. Com o objetivo de avaliar a influência da velocidade de operação e repasse dos trabalhadores do campo no estande final, o trabalho foi conduzido em uma área de 58 ha irrigada por meio de um pivô central. O presente trabalho foi realizado a partir da implantação do híbrido HEINZ 9553, empregando uma transplantadora da marca Ferrari modelo FX, tracionada por um trator da marca New Holland, modelo TM 7010, 4x2 com tração dianteira auxiliar. As velocidades analisadas foram de 1,83; 1,66 e 1,56 km h⁻¹, sendo que a contagem das mudas foi obtida após a demarcação e a passagem do conjunto mecanizado pelas parcelas delimitadas. A análise da influência da velocidade no transplântio foi realizada por meio da utilização de cartas de controle e da média móvel exponencialmente ponderada (MMEP), na qual os dados foram analisados em função das velocidades e dos estandes estimados em cada ponto. As velocidades de transplântio modificaram os estandes finais nos processos estudados e esse fato pode ser explicado devido a uma falta de uniformidade de espaçamento entre as mudas transplantadas. Apenas na velocidade de 1,83 km h⁻¹ todas as observações se mantiveram sob controle em ambas as situações. O controle estatístico de processos através da utilização de cartas de controle e da média móvel exponencialmente ponderada foram ferramentas adequadas para avaliação do estande final.

Palavras-chave: *Solanum Lycopersicon*. Cartas de controle. Estande.

Abstract: The tomato semi-mechanized transplanting has become a viable alternative for producers, since it allows increased operational capacity of fieldwork. In order to evaluate the influence of operating speed of the transplanting process, a study was conducted in an experimental area of 58 ha irrigated by a center pivot. This study was conducted from the deployment of the hybrid HEINZ 9553, using a Ferrari transplantation engine model FX, pulled by a tractor New Holland brand, model TM 7010, 4x2 front wheel assist (TDA). Transplanting speeds evaluated were 1.83; 1.66 and 1.53 km h⁻¹, and the seedling count was obtained after passage of demarcation of mechanized set in the delimited plot areas. The effect of the transplantation speed was analyzed by using control charts and exponentially weighted moving average (MMEP), in which the data were analyzed considering the different speeds and the estimated seedling stands at each point. All observations remained under control only at the operating speed of 1.83 km h⁻¹. Transplanting speeds affected final plant stands in all processes studied and this may be explained by poor uniformity of seedlings transplanted. For higher operating speeds, seedling deposition uniformity in the soil was negatively affected, which resulted in increased work done by laborers required for seedling replant. The use of control charts and exponentially weighted moving average were appropriate tools for assessing the final stand.

Key words: *Solanum Lycopersicon*. Control charts. Stands.

*Autor para correspondência

Enviado para publicação em 20/01/2014 e aprovado em 26/01/2015.

¹Professor do Departamento de Agropecuária, IFGoiano, Morrinhos, GO, Brasil, machado.tulio@gmail.com

²Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, fabiols@ufv.br

³Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, valente@ufv.br

⁴Professor Titular do Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, haroldo@ufv.br

⁵Professor Adjunto do Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil, bcunha_2@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de tomate para processamento industrial. De acordo com o IBGE (2013), a produção brasileira de tomates em agosto do mesmo ano foi de aproximadamente 3.838.092 toneladas. Em relação a 2012, a produção cresceu em torno de 5,2%, com aumento de 5,6% da área a ser colhida e queda de 0,4% no rendimento médio esperado.

Atualmente, na maioria das áreas no sul de Goiás, a cultura do tomateiro está sendo implantada através de um conjunto mecanizado (trator + transplantadora semi-mecanizada). Com uma prévia adubação em linha e uma posterior deposição das mudas nas áreas, sendo que todas as etapas de implantação são mecanizadas. As técnicas do transplântio semi-mecanizado de mudas de tomate industrial têm se tornado uma alternativa viável para os produtores, visto que possibilita o aumento da capacidade operacional.

Na área a ser transplantada o sistema de plantio direto vem sendo utilizado em, aproximadamente, 40 a 50% da área total (em torno de 21 mil ha), especialmente em plantios precoces, realizados no final de fevereiro até início de abril (MADEIRA; MELO, 2010).

Para a implantação de culturas por meio de processos mecanizados, a quantidade e a distribuição de plantas ao longo da linha de transplântio também podem ser influenciadas pela velocidade de operação. Mello *et al.* (2007), estudando diferentes velocidades de semeadura na cultura do milho, observaram que o aumento da velocidade reduziu a porcentagem de espaçamentos normais entre as sementes.

Segundo Filgueira (2003), o transplântio de mudas prolonga o ciclo da cultura, o que proporciona aumento de produtividade e qualidade do produto, além de reduzir a quantidade de sementes demandadas para a implantação da cultura, caso a mesma fosse implantada por meio de uma operação de semeadura.

Especificamente para a cultura do tomate industrial, ainda são raros os trabalhos relevantes na área, o que ressalta a importância do desenvolvimento de estudos sobre eficiências de operação em função do estande desejado.

Nesse contexto, Cunha *et al.* (2012) analisaram o número de plantas viáveis, estande inicial, final e produtividade ($t\ ha^{-1}$) em função de transplântios semi-mecanizados e manual de tomateiros, mostrando que o primeiro apresentou uma maior eficiência para todas as variáveis analisadas e também uma melhor adequação ao sistema de colheita mecanizado.

De acordo com Liu *et al.* (2004) e Canova *et al.* (2007), para a semeadura, a elevação da capacidade operacional a partir do uso de velocidades de trabalho mais elevadas pode comprometer a qualidade do processo. O controle estatístico de processos (CEP) é uma ferramenta da qualidade utilizada nos processos produtivos com objetivo

de fornecer informações para um diagnóstico mais eficaz na prevenção e detecção de defeitos/problemas nos processos avaliados.

Para Alencar *et al.* (2007) e Toledo *et al.* (2008), o CEP permite reduzir a variabilidade das variáveis controladas, permitindo utilizar condições operacionais que aproximem as variáveis de interesse dos seus limites de controle. As variáveis controladas são todas aquelas que podem ser mensuradas por instrumento de medição como, por exemplo, peso, altura, diâmetro, comprimento, largura, velocidade, tempo etc.

Fernandes *et al.* (2011) concluíram que o CEP auxilia diretamente no controle da qualidade das etapas do processo, principalmente nos processos repetitivos, pois visa garantir a estabilidade e a melhoria contínua do processo.

Considerando a escassez de informações e estudos acerca do processo de transplântio semi-mecanizado de mudas de tomate, o presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a influência da velocidade de operação no transplântio semi-mecanizado de mudas de tomate industrial.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na Fazenda Santa Rosa, localizada no município de Morrinhos, Goiás, em um Latossolo Vermelho Distroférico, em condição de plantio direto onde anteriormente havia sido implantada a cultura da soja. A umidade do solo no momento das operações foi de 40%. A altitude média em relação ao nível do mar é de 770 m. Trata-se de uma propriedade comercial, possuindo uma área total de 290 ha, porém, a área experimental se restringiu a 58 ha irrigados por um pivô central.

Foi utilizado um conjunto mecanizado composto por um trator da marca New Holland, modelo TM 7010, 4x2 TDA, com potência nominal 141 cv (104 kW) e uma transplantadora Ferrari FX, para plantio direto, com 4 unidades de transplântio espaçadas de 1,2 m entre linhas, com capacidade para 36 bandejas e massa de 630 kg. As avaliações foram embasadas e adaptadas para o presente estudo de acordo com as recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1989).

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições. O conjunto trabalhou com três velocidades diferentes (1,83; 1,66 e 1,56 $km\ h^{-1}$). A área da unidade experimental totalizou 24 m^2 (20 x 1,20 m) e os tratamentos (velocidades) foram estabelecidos considerando a velocidade de trabalho de 1,83 $km\ h^{-1}$, comumente empregada no processo de transplântio mecanizado, como controle. Velocidades maiores do que 1,83 $km\ h^{-1}$ acarretaram em uma maior rotação do mecanismo dosador, impossibilitando o preenchimento das células por parte dos diaristas que se encontravam na

transplantadora. Posteriormente, foi calculado o número de plantas por hectare, com o objetivo de determinar o efeito da velocidade operacional em função do estande.

A transplantadora foi regulada para um estande de 30 mil plantas ha⁻¹, com espaçamento entre linhas de 1,20 m. Após a passagem da transplantadora pela área, houve um repasse no transplantio feito por homens de campo, com objetivo de corrigir falhas no processo.

Dessa forma, para a avaliação da operação do processo (transplantio mecanizado + repasse), foi considerada a avaliação do estande final realizado pela máquina transplantadora seguida da operação de repasse (executada manualmente pelos homens do campo), o que caracterizou de forma adequada as operações desempenhadas no campo, nas quais o repasse é realizado em locais na linha de transplantio onde a distribuição entre as plantas não é uniforme e que visualmente são caracterizadas como “falhas” e preenchidas pelos homens do campo.

Os dados da variável estande final (transplantio mecanizado + repasse) foram submetidos à estatística descritiva, determinando a média aritmética, a mediana, valor máximo e mínimo, desvio padrão (σ) e os coeficientes de variação, assimetria e curtose. A averiguação da normalidade dos dados obtidos foi realizada pelo teste Shapiro-Wilk, sendo utilizado como método estatístico as cartas de controle para a análise dos estandes finais. Para os valores de estande final que não seguiram uma distribuição normal foi utilizada a média móvel exponencial ponderada (MMEP) para avaliar a variabilidade entre as médias estudadas.

As cartas de controle de processo foram elaboradas a partir dos parâmetros estatísticos do processo de transplantio, considerando como linha central a média geral e a amplitude média, composta pelo limite superior de controle (LSC) e pelo limite inferior de controle (LIC). Os limites de controle LSC e LIC foram calculados com base no desvio padrão das variáveis correspondendo a 3σ e -3σ , respectivamente.

Também foram realizadas análises considerando as cartas de controle com LSC e LIC fixos, nas quais o limite superior de controle foi determinado a partir de 10% do estande padrão e o limite inferior foi determinado pela recomendação técnica de transplantio da cultura (30 mil plantas ha⁻¹) Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do programa computacional Minitab®, versão 15.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados de estandes finais em função de diferentes velocidades referentes à estatística descritiva, tais como média, mediana, valores máximo e mínimo, desvio padrão e coeficientes de variação, curtose e assimetria.

Os resultados indicam uma variabilidade dos valores encontrados entre os estandes em função de cada velocidade, uma vez que a variabilidade de um atributo está diretamente relacionada à magnitude do seu coeficiente de variação. A velocidade de 1,83 km h⁻¹ foi a que apresentou menor coeficiente de variação (1,08%). Esse comportamento mostra que o trabalho dos diaristas foi mais efetivo, pois a distribuição tendia a ser menos uniforme em uma maior velocidade. O contrário ocorreu na velocidade de 1,56 km h⁻¹, que gerou um maior resultado (4,67%), mostrando que apesar de uma distribuição mais uniforme entre as plantas, o repasse realizado nessa velocidade foi menos incisivo.

Com relação aos resultados da estatística descritiva para o estande observado na velocidade de 1,83 km h⁻¹ foi verificada uma distribuição assimétrica, com valor de curtose positivo e de assimetria igual à zero, fazendo com que a média tenha o mesmo valor da mediana, além de também encontrar um baixo valor de amplitude. No estande, o valor médio foi de 31.249 plantas ha⁻¹, chegando a ultrapassar o estande desejado comercialmente (30 mil plantas ha⁻¹).

Para a velocidade de 1,66 km h⁻¹ foi observada uma distribuição assimétrica, com valor de curtose e de

Tabela 1 - Análise estatística descritiva para estande em função das velocidades de trabalho para a cultura do tomateiro

Table 1 - Results for descriptive statistics considering plant stands as a function of operating speeds for tomato crop

Variável	Média	Mediana	Valor		Desvio padrão	CV (%)	Coeficientes		Teste
			Máx	Mín			Ck	Cs	
1,83 (km h ⁻¹)	31.249	31.249	31.665	30.832	340,19	1,08	1,50	0,00	A
1,66 (km h ⁻¹)	30.207	29.999	31.665	29,165	1.048,54	3,47	2,22	1,12	A
1,56 (km h ⁻¹)	26.249	26.457	27.499	24.582	1.226,58	4,67	1,50	-0,94	A

Ck = coeficiente de curtose; Cs = coeficiente de assimetria; * N = distribuição de frequência normal pelo teste de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$); A = distribuição assimétrica.

Ck = kurtosis coefficient; Cs = asymmetry coefficient; * N = normal frequency distribution by Shapiro-Wilk test ($p < 0,05$); A = asymmetric distribution.

assimetria positivos, o que explica a maioria dos valores abaixo da média. No estande, o valor médio foi de 30.207 plantas ha^{-1} , sendo o valor mais perto do estande desejado comercialmente. Outro fato explicado pelo coeficiente de curtose positivo é que, nas variáveis analisadas, é permitido demonstrar que os valores de estandes tenderam a se concentrar em torno da média.

Para a velocidade de 1,56 $km\ h^{-1}$, a distribuição observada foi assimétrica, com valor de curtose positivo e de assimetria negativo, que explica a maioria dos valores acima da média. No estande, o valor médio foi de 26.249 plantas ha^{-1} , mais distante do estande desejado comercialmente (30 mil plantas ha^{-1}). O coeficiente de curtose positivo permite ainda demonstrar que os valores de estande tenderam a se concentrar em torno da média.

As causas especiais em operações agrícolas podem estar relacionadas a diversos fatores como a experiência do operador, condições de solo, velocidade de operação e, principalmente, as regulagens da transplantadora, o que corrobora alguns resultados obtidos. Neste estudo, uma causa comum foi o repasse feito pelos homens de campo, que contribuiu para a modificação de valores de estandes esperados. A variação de um processo pode ser ocasionada

por causas comuns e especiais. No caso das causas comuns, essas não podem ser evitadas (CHIODEROLI *et al.*, 2012)

Causas comuns são as causas originadas do próprio processo a ser analisado. No caso do presente estudo, a causa comum é o transplântio realizado pelo conjunto mecanizado trator-transplantadora. Causas especiais são fatores que influem diretamente no processo a ser estudado, alterando resultados que anteriormente só estavam atrelados às causas comuns. No caso do presente estudo, a causa especial está ligada ao repasse realizado pelos homens do campo.

Na Figura 1 observa-se a variação nos valores dos estandes quando a velocidade de operação foi 1,83 $km\ h^{-1}$. O estande médio apresentado na Figura 1A para todo o processo nessa velocidade foi de 31.249 plantas ha^{-1} , cujo limite superior e inferior de controle em função do desvio padrão obteve valores de 32.726 e 29.771 plantas ha^{-1} , respectivamente.

Nessa condição, pode-se observar que após o processo completo de transplântio nenhuma das observações analisadas esteve fora dos limites de controle, sendo que, ainda, a média dos mesmos foi satisfatória e atingiu valores superiores aos do estande esperado em áreas de produção comercial (30 mil plantas ha^{-1}).

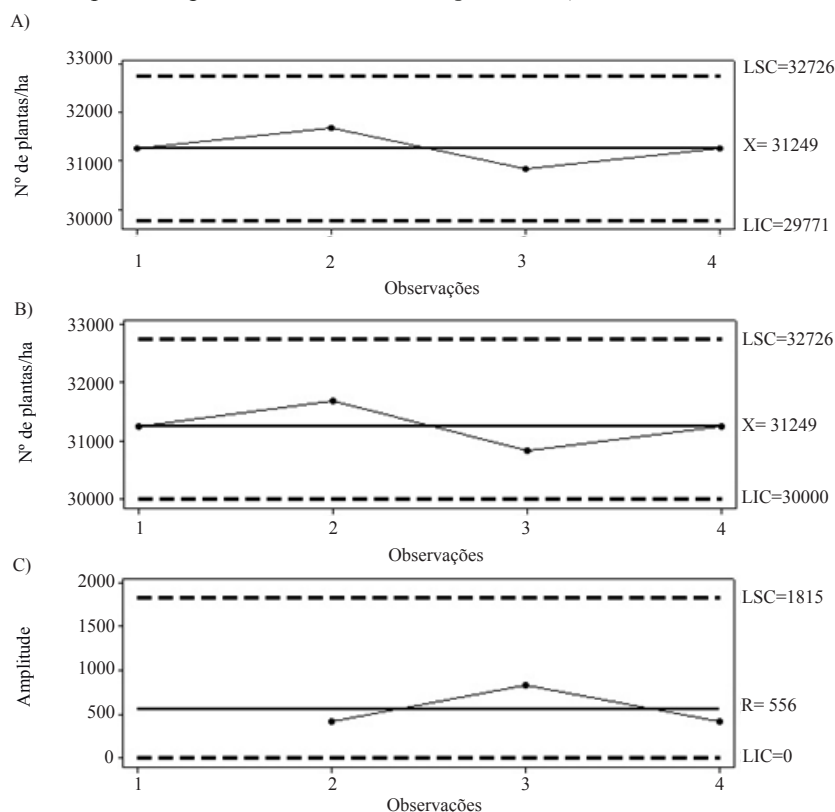


Figura 1 - Carta de controle para estandes (número de plantas ha^{-1}) em função do desvio padrão (A), carta de controle para estandes em função de limites fixos (B) e carta de amplitude móvel (C) para velocidade de 1,83 $km\ h^{-1}$. LSC = limite superior de controle; LIC = limite inferior de controle; X e R = média.

Figure 1 - Control chart for plant stands (number of plants ha^{-1}) as a function of standard deviation (A), control chart for stands based on fixed limits (B) and chart of moving amplitude (C) for operating speed of 1.83 $km\ h^{-1}$. LSC = upper limit control; LIC = lower limit control; X and R = average.

Os resultados apresentados na Figura 1B caracterizam o comportamento dos estandes quando a velocidade de operação foi de 1,83 km h⁻¹, entretanto, nessa situação os limites superiores e inferiores foram fixados em 33.000 e 30.000 plantas ha⁻¹.

Nesse cenário, as médias e os valores das observações não mudaram em relação às ponderações realizadas na Figura 1A. Mesmo no intervalo de limites fixados, nenhuma das observações analisadas saiu dos limites de controle estabelecidos.

A amplitude entre as observações apresentadas na Figura 1C obteve média de 556 plantas ha⁻¹, sendo que o menor valor observado foi encontrado entre as observações 2 e 3 (31.665 e 30.832 plantas ha⁻¹, respectivamente) com amplitude de 833 plantas ha⁻¹.

Verifica-se que a amplitude observada entre as observações não ultrapassaram os limites superior e inferior de controle, indicando, assim, que causas especiais não interferiram no processo.

No que diz respeito à distribuição das mudas pela transplantadora, as semeadoras-adubadoras possuem o mesmo comportamento, porém em relação às sementes. Com isso, toda a discussão foi embasada em resultados de pesquisas com mecanismos dosadores horizontais de sementes. Todavia, uma das variáveis nos dosadores de sementes é o percentual de preenchimento de células, que é dado em função da velocidade

de giro do disco. Como o preenchimento das células da transplantadora foi manual e a uma baixa rotação do disco, pressupõe-se que o preenchimento foi totalizado em todas as células do dispositivo dosador.

Nas velocidades de 5,4; 6,8 e 9,8 km h⁻¹ durante a semeadura do milho com discos horizontais foi verificado que o aumento da velocidade reduziu a porcentagem de espaçamento normal entre as sementes (MELO *et al.*, 2007). Estudando a cultura do milho, foi observada uma redução do percentual de espaçamentos aceitáveis com a elevação da velocidade de 3,5 para 7,0 km h⁻¹ (DIAS *et al.*, 2009).

Todos esses estudos corroboram o presente trabalho, no qual, para uma maior velocidade de operação foram observados os maiores estandes e as menores amplitudes, em função da distribuição das mudas.

Para a velocidade de operação do conjunto mecanizado de 1,83 km h⁻¹, o efeito do repasse foi maior, pois nessa condição de avanço do conjunto mecanizado a quantidade da tarefa realizada pelos homens de campo é mais intensificada em função de uma menor uniformidade de distribuição das mudas na linha de transplante, fazendo, assim, com que o repasse fosse mais rigoroso.

Na Figura 2 são apresentados os resultados para os estandes para a velocidade de 1,66 km h⁻¹. A Figura 2A

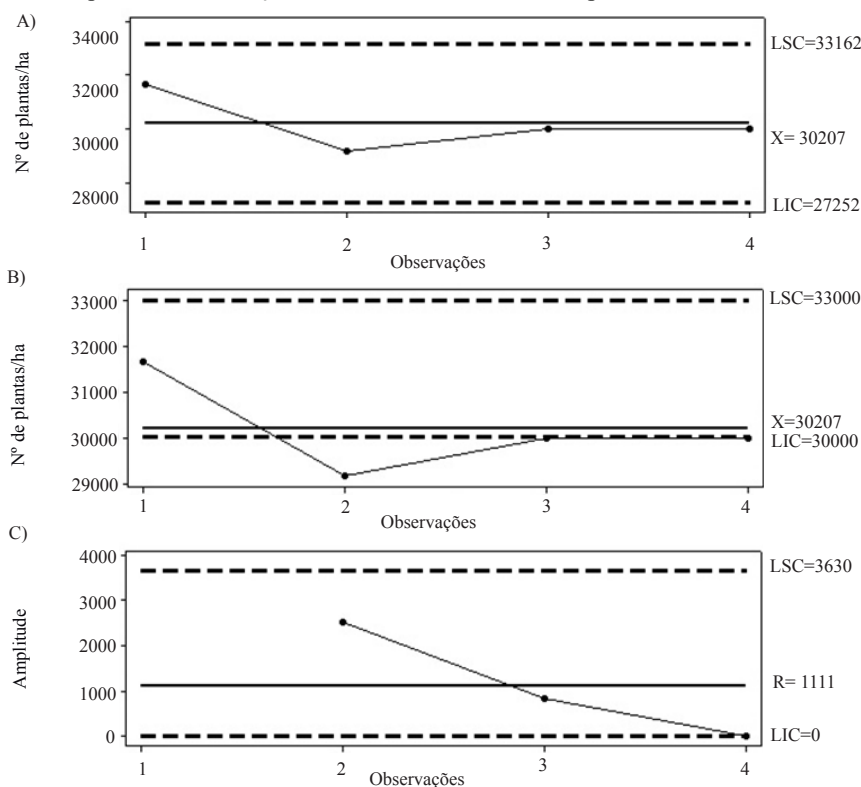


Figura 2 - Carta de controle para estandes (número de plantas ha⁻¹) em função do desvio padrão (A), carta de controle para estandes em função de limites fixos (B) e carta de amplitude móvel (C) para velocidade de 1,66 km h⁻¹. LSC = limite superior de controle; LIC = limite inferior de controle; X e R = média.

Figure 2 - Control chart for plant stands (number of plants ha⁻¹) as a function of standard deviation (A), control chart for stands based on fixed limits (B) and chart of moving amplitude (C) for operating speed of 1.66 km h⁻¹. LSC = upper limit control; LIC = lower limit control; X and R = average.

apresenta uma média geral nessa ocorrência de 30.207 plantas ha^{-1} , na qual os limites superiores e inferiores foram de 33.162 e 27.252 plantas ha^{-1} , respectivamente.

Nesse cenário, a média geral das observações foi satisfatória no que diz respeito ao estande padrão esperado, sendo que as observações estão dentro do controle, em que o menor valor encontrado para o estande refere-se à observação 2, cujo estande foi de 29.165 plantas ha^{-1} e o maior valor encontrado se refere à observação 1, com 31.665 plantas ha^{-1} .

O controle por limites superiores e inferiores fixos apresentado na Figura 2B em relação à velocidade de 1,66 $km\ h^{-1}$ mostra que a maioria das observações, com exceção da observação 1 (31.665 plantas ha^{-1}), estiveram fora dos limites fixados. Porém, a média das observações adotados nessa velocidade foi satisfatória, gerando o valor de 30.207 plantas ha^{-1} .

A amplitude de valores das observações na Figura 2C apresentou média de 1.111 plantas ha^{-1} e se manteve variando entre a média das diferenças, principalmente entre as observações 1 e 2, nas quais houve uma diferença de 2.499 plantas ha^{-1} , a maior entre os estandes.

A velocidade de 1,66 $km\ h^{-1}$ gerou o mesmo comportamento encontrado para a velocidade de 1,83 $km\ h^{-1}$, na qual a amplitude entre as observações não ultrapassaram os limites superior e inferior de controle, indicando, assim, que o processo não sofreu interferência das causas especiais.

A distribuição de plantas está intimamente ligada à marcha utilizada para a semeadura, sendo que conforme a marcha de trabalho aumenta, o espaçamento entre plantas também aumenta (CORTEZ *et al.*, 2006)

A diminuição do estande médio se deve a uma maior uniformidade na deposição das plantas nas linhas de transplântio. Quando houve menores velocidades de operação, também houve um repasse menos rigoroso por parte dos homens de campo, isso quer dizer que a distribuição das mudas no solo na velocidade de 1,66 $km\ h^{-1}$ esteve de maneira mais uniforme, não necessitando, assim, de um considerável acréscimo de mudas feito pelos homens de campo.

Na Figura 3 são apresentados os resultados para o controle por limites superiores e inferiores em função do desvio padrão para a velocidade de 1,56 $km\ h^{-1}$.

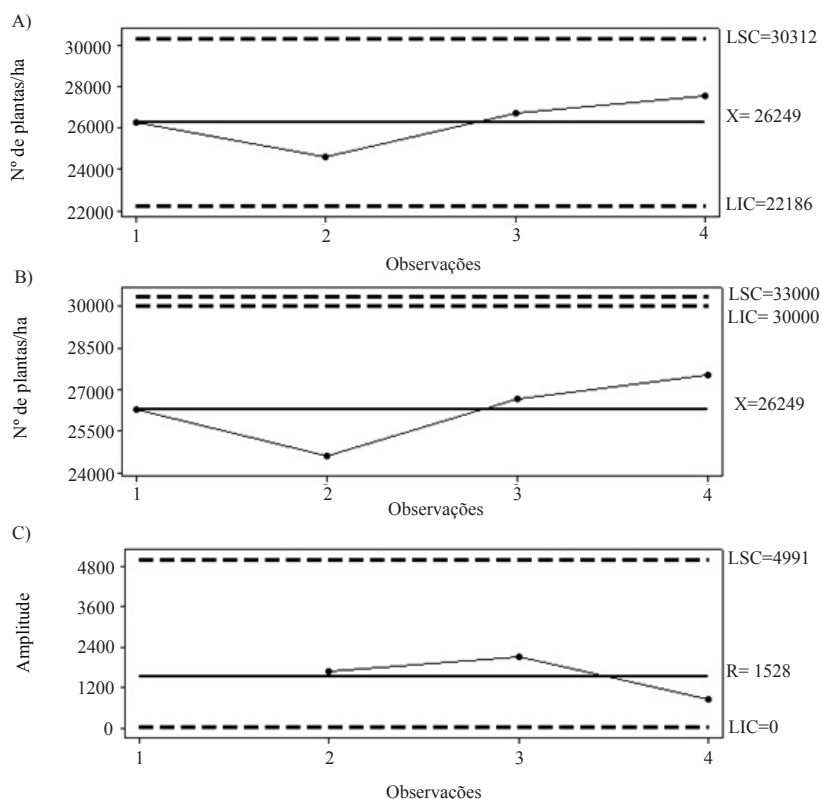


Figura 3 - Carta de controle para estandes (número de plantas ha^{-1}) em função do desvio padrão (A), carta de controle para estandes em função de limites fixos (B) e carta de amplitude móvel (C) para velocidade de 1,56 $km\ h^{-1}$. LSC = limite superior de controle; LIC = limite inferior de controle; X e R = média.

Figure 3 - Control chart for plant stands (number of plants ha^{-1}) as a function of standard deviation (A), control chart for stands based on fixed limits (B) and chart of moving amplitude (C) for operating speed of 1.56 $km\ h^{-1}$. LSC = upper limit control; LIC = lower limit control; X and R = average.

Na Figura 3A, todas as observações estiveram dentro dos limites de controle estabelecidos. A média das mesmas adotadas nessa velocidade também esteve dentro dos parâmetros pré-estabelecidos, correspondendo a 26.249 plantas ha⁻¹.

Em função do desvio padrão, não houve observações fora dos limites superior e inferior de controle. Entretanto, nessa condição foi observado que o estande médio não atingiu o valor do estande esperado no campo (30 mil plantas ha⁻¹).

A carta de controle com limites fixos apresentados na Figura 3B mostra uma média de mudas transplantadas (26.249 plantas ha⁻¹) fora dos limites de controle. Nessa condição, todas as observações estiveram abaixo do padrão desejado no campo.

A amplitude entre valores observados na Figura 3C teve média de 1.528 plantas ha⁻¹, na sendo que o menor valor observado foi encontrado entre as observações 2 e 3. Nesse ponto o valor da amplitude foi de 2.083 plantas ha⁻¹, fazendo com que essa observação obtivesse maior valor de amplitude.

Na velocidade de 1,56 km h⁻¹ o comportamento encontrado em relação à amplitude para o estande entre as observações não ultrapassaram os limites superior e inferior de controle, indicando, assim, que o processo não sofreu interferência das causas especiais.

A velocidade de semeadura só afeta a produtividade quando há alteração do estande no momento da colheita, sendo que a alteração da uniformidade de distribuição de sementes por meio do aumento da velocidade não resultou em diferenças significativas para esse parâmetro (GARCIA *et al.*, 2006)

Apesar do fato de que uma menor velocidade de trabalho facilita o acompanhamento do conjunto mecanizado por parte dos homens de campo, sendo que cada diarista fez o repasse em uma linha, foi observado que em uma menor velocidade de operação o processo tendeu a uma maior uniformidade de distribuição das mudas na linha de transplântio tendo, com isso, uma menor necessidade na reposição de mudas nos espaços vazios, causados em maiores velocidades.

Os resultados apresentados na Figura 4 mostram os valores dos estandes em função de uma média geral e dos limites estabelecidos por meio do desvio padrão.

A média geral das observações (29.235 plantas ha⁻¹) mostra que o valor não foi satisfatório no que diz respeito ao estande previsto (30 mil plantas ha⁻¹), entretanto, com valor próximo, com uma diferença de aproximadamente 2,5% entre o estande geral obtido e o estande geral estimado.

Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de que o estande para a última velocidade de operação (1,56 km h⁻¹) foi baixo, ocorrência acentuada na observação 10 (24.582 plantas ha⁻¹) que se manteve fora do limite inferior de controle. Esse ponto, influenciado pelas observações 9, 11 e 12, que também estiveram abaixo da média encontrada.

Para a carta de amplitudes, todos os valores se mantiveram dentro do controle, sendo destacada a maior amplitude entre as observações 8 e 9. Nesse intervalo a amplitude foi de (3.749 plantas ha⁻¹). Essa maior amplitude é explicada em função de que entre as duas observações há a mudança de velocidade, consequentemente uma mudança significativa de estandes.

No geral, as velocidades de operação de 1,83; 1,66 e 1,56 km h⁻¹ obtiveram em média estandes de 31.249;

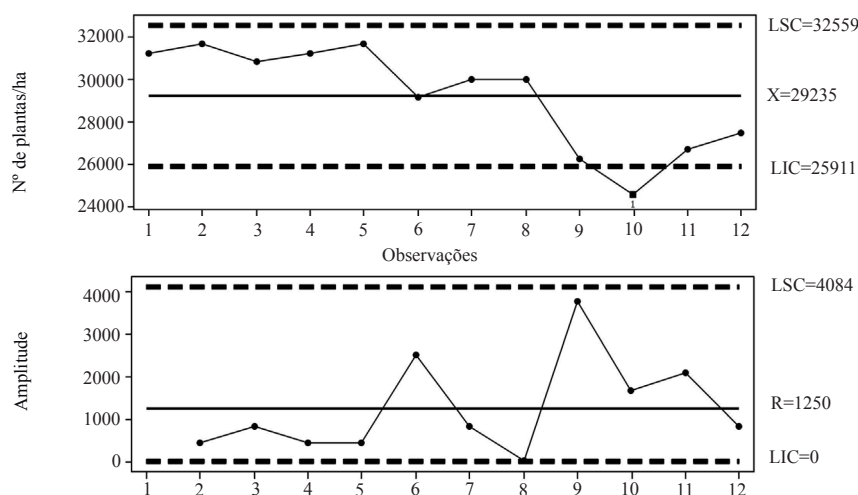


Figura 4 - Carta de controle para estandes (número de plantas ha⁻¹) e carta de amplitude móvel. LSC = limite superior de controle; LIC = limite inferior de controle X e R = média.

Figure 4 - Control chart for plant stands (number of plants ha⁻¹) and chart of moving amplitude. LSC = upper limit control; LIC = lower limit control; X and R = average.

30.207 e 26.249 plantas ha⁻¹, respectivamente. A menor média para o estande foi observada para a velocidade de 1,56 km h⁻¹, sendo que nas outras condições a média esteve acima do estande previsto pelo produtor, que era de 30 mil plantas ha⁻¹. Em todas as observações o estande se manteve dentro do controle, que foi estimado em função do desvio padrão de cada média. Esse resultado caracteriza um comportamento desejável para a obtenção de um processo de transplântio eficiente, uma vez o estande previsto foi alcançado na velocidade 1,83 km h⁻¹, proporcionando um aumento de capacidade operacional do conjunto em relação às demais velocidades operacionais avaliadas (MAHL *et al.*, 2004; FURLANI *et al.* 2007).

Entretanto, para os estandes em função do limite fixo o comportamento não foi o mesmo para todas as velocidades. Para a velocidade de 1,83 km h⁻¹, todas as observações e a média dos estandes se mantiveram dentro do controle. Porém, na velocidade de 1,66 km h⁻¹ apenas a observação 1 e a média se mantiveram dentro do limite desejado. Apesar da maioria das observações se manter abaixo do limite inferior, a média teve seu valor acrescido em função do valor da observação 1. Na velocidade de 1,56 km h⁻¹ tanto a média quanto os valores das observações se mantiveram abaixo do limite inferior, fazendo, assim, com que essa velocidade não seja adequada para o sistema de transplântio. Tal comportamento difere significativamente dos resultados encontrados na literatura referentes ao processo de semeadura, no qual o aumento da velocidade operacional pode influenciar negativamente o qualidade final do processo (LIU *et al.*, 2004; CANOVA *et al.*, 2007).

No entanto, menores velocidades de operação podem ser utilizadas em momentos nos quais houver uma maior umidade do solo em associação com a cobertura vegetal, apesar de sua utilização implicar em redução de capacidade operacional do conjunto mecanizado (MAHL *et al.*, 2004; SILVEIRA *et al.*, 2006; FURLANI *et al.*, 2007).

Por se tratar de uma transplantadora semi-mecanizada, há de se levar em consideração a influência do homem no desempenho da máquina. Nesse caso, o homem entra em duas etapas da operação: a deposição das mudas no sistema dosador e o repasse no transplântio da máquina. Pelo fato de que cada indivíduo possui comportamento diferente, a uniformidade de operação passa a ser comprometida nesses processos, portanto, é um fator que exerce influência sobre valores finais de estande.

CONCLUSÕES

As diferentes velocidades de transplântio seguidas de repasse modificam os estandes finais nos processos estudados. Sendo que a velocidade de 1,83 km h⁻¹ foi mais favorável no que diz respeito ao estande de mudas transplantadas. A velocidade de 1,56 km h⁻¹, apesar de apresentar menor número de plantas ha⁻¹, mostrou tendências para uma melhor uniformidade de distribuição, pois sofreu menos rigor no repasse feito pelos diaristas, apresentando menores valores de estande final.

O CEP por meio da utilização de cartas de controle e da MMEP foram ferramentas adequadas para avaliação do estande final durante o processo de transplântio.

LITERATURA CIENTÍFICA CITADA

ALENCAR, J. R. B.; LOPES, C. E.; SOUZA JÚNIOR, M. B. Controle Estatístico de Processo Multivariado: aplicação ao monitoramento da produção de comprimidos de captopril. **Revista Brasileira de Farmácia**, v.88, n.4, p.200-205, 2007.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Semeadora de precisão**: ensaio de laboratório/método de ensaio. Projeto de Norma 12:02.06-004. Rio de Janeiro, 1989. 21p

CANOVA, R.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; CORTEZ, J. W. Distribuição de sementes por uma semeadora-adubadora em função de alterações do mecanismo dosador e de diferentes velocidades de deslocamento. **Engenharia na Agricultura**, v.15, n.3, p.299-306, 2007.

CHIODEROLI, C. A.; SILVA, R. P.; NORONHA, R. H. F.; CASSIA, M. T.; SANTOS, E. P. Perdas de grãos e distribuição de palha na colheita mecanizada de soja. **Bragantia**, v.71, n.1, p.112-121, 2012.

CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; LOPES, A. Distribuição longitudinal de sementes de soja e características físicas do solo no plantio direto. **Engenharia Agrícola**, v.26, n.2, p.502-510, 2006.

CUNHA, D. A.; CUNHA, J. P. B.; MACHADO, T. A.; NEVES JÚNIOR, V. O.; QUEIROZ, L.F.; COUTO, R. F. Transplântio ideal. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, ano XI, n.72, p.23-25, 2012.

- DIAS, O. V.; ALONÇO, A. S.; BAUMHARDT, U. B.; BONOTTO, G. J. Distribuição de sementes de milho e soja em função da velocidade e densidade de semeadura. **Ciência Rural**, v.39, n.6, p.1721-1728, 2009.
- FERNANDES, A. P. L. M.; COSTA, C. E. S; SOUZA, E. S. O.; BARBOSA, M. A. C. O uso de controle estatístico de processo na gestão de qualidade. Estudo de caso: Grupo Coringa - AL. **INGEPRO – Inovação, Gestão e Produção**, v.3, n.6, p. 1-10, 2011.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, UFV, 2003. 412p.
- FURLANI, C. E. A.; PAVAN JÚNIOR, A.; LOPES, A.; SILVA, R. P.; GROTTA, D. C. C.; CORTEZ, J. W. Desempenho operacional de semeadora-adubadora em diferentes manejos da cobertura e da velocidade. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.2, p.456-462, 2007.
- GARCIA, L.C.; JASPER, R.; JASPER, M.; FORNARI, A. J.; BLUM, J. Influência da velocidade de deslocamento na semeadura do milho. **Engenharia Agrícola**, v.26, n.2, p.520-527, 2006.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras no ano civil**. Rio de Janeiro, v.26, n.4, 86p, 2013.
- LIU, W.; TOLLENAAR, M.; STEWART, G.; DEEN, W. Impact of planter type, planting speed, and tillage on stand uniformity and yield of corn. **Agronomy Journal**, v.96, n.6, p.1668-1672, 2004.
- MADEIRA, N. R.; MELO, R.A.C. Sobre a palha. **Cultivar hortaliças e frutas**, ano IX, n.60, p.20-23, 2010.
- MAHL, D.; GAMERO, C. A.; BENEZ, S. H.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, A. R. B. Demanda energética e eficiência na distribuição de sementes de milho sob variação de velocidade e condição do solo. **Engenharia Agrícola**, v.24, n.1, p.150-157, 2004.
- MELLO, A. J. R.; FURLANI, C. E. A; SILVA, R. P.; LOPES, A.; BORSATTO, E. A.; Produtividade de híbridos de milho em função da velocidade de semeadura. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.2, p.479-486, 2007.
- SILVEIRA, G. M.; YANAI, K.; KURACHI, S. A. H. Determinação da eficiência de campo de conjuntos de máquinas convencionais de preparo de solo, semeadura e cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.1, p.220-224, 2006.
- TOLEDO, A.; TABILE, R. A.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; MAGALHÃES, S. C.; COSTA, B. O. Caracterização das perdas e distribuição de cobertura vegetal em colheita mecanizada de soja. **Engenharia Agrícola**, v.28, n.4, p.710-719, 2008.