

QUALIDADE DA SEMEADURA MECANIZADA DE AMENDOIM EM FUNÇÃO DO USO DO PILOTO AUTOMÁTICO

CRISTIANO ZERBATO¹, CARLOS E. A. FURLANI², DAVID L. ROSALEN³, ANTONIO T. S. ORMOND⁴, FRANCIELE M. CARNEIRO⁵

¹ Doutor em Agronomia, UNESP/Jaboticabal-SP, cristianozerbato@hotmail.com

² Prof. Dr. Livre Docente em máquinas agrícolas, UNESP/Jaboticabal-SP, furlani@fcav.unesp.br

³ Prof. Dr. em sistemas de informação geográficas, UNESP/Jaboticabal-SP, davidrosalen@terra.com.br

⁴ Doutorando em Agronomia (Produção Vegetal), UNESP/Jaboticabal-SP, tassiormond@gmail.com

⁵ Mestrando em Agronomia (Produção Vegetal), UNESP/Jaboticabal-SP, franmorlin1@gmail.com

Apresentado no
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

RESUMO: O direcionamento automático de máquinas agrícolas via sinal GNSS tem sido adotado por parcelas cada vez maiores da comunidade agrícola na última década por causa dos ganhos inerentes à eficiência que ela proporciona. Produtores de amendoim estão adotando tal tecnologia a fim de melhorar o alinhamento das operações visando evitar perda de área e aumentar a qualidade dos espaçamentos entre linhas na semeadura. Objetivou-se avaliar a operação de semeadura de amendoim operado manualmente e com piloto automático, juntamente com a qualidade da operação por meio do controle estatístico de processos. O experimento foi realizado em solo de textura média, sob delineamento inteiramente casualizado disposto em faixas, utilizando-se da variável analisada como indicador de qualidade. Foi avaliado o paralelismo entre as passadas do conjunto trator-semeadora em 120 pontos de cada sistema (direcionamento manual e automático). Verificou-se que o paralelismo entre as passadas do conjunto trator-semeadora foi melhor quando se utilizou do piloto automático, além da maior qualidade da operação, com a maior parte dos pontos dentro dos limites específicos estipulados. O uso do piloto automático se mostrou eficaz na precisão e qualidade da semeadura mecanizada de amendoim.

PALAVRAS-CHAVE: *Arachis hypogaea* L., GNSS-RTK, paralelismo.

QUALITY OF MECHANIZED PEANUT SEEDING IN FUNCTION TO THE AUTOPILOT USE

ABSTRACT: The automatic routing of farm machinery by GNSS signal has been adopted by increasingly larger portions of the farming community in the last decade because of the efficiency gains inherent in that it provides. Peanut producers are adopting such technology in order to improve the alignment of operations to prevent loss of area and increase the quality of row spacing at sowing. This study aimed to evaluate the peanut sowing manually operated and with automatic pilot, along with the quality of the operation through statistical process control. The experiment was conducted in the medium textured soil, under completely randomized design arranged in groups, using the variable analyzed as a quality indicator. We evaluated the parallelism between past tractor-seeder set at 120 points of each system (manual and autopilot). It was found that the parallelism between the passes of the tractor-drill assembly was better when using the autopilot in addition to the higher quality of the operation, most points within specific limits stipulated. The use of autopilot is effective on the accuracy and quality of mechanized planting peanuts.

KEYWORDS: *Arachis hypogaea* L., GPS-RTK, parallelism.

INTRODUÇÃO: Ao longo das duas últimas décadas, as oportunidades para a gestão precisa de operações na agricultura têm aumentado devido à disponibilidade de novas tecnologias, a exemplo dos sistemas GNSS (Sistema de Navegação Global via Satélites) (PEREZ-RUIZ et al., 2011). A rápida adoção dessa tecnologia na agricultura, especialmente em sistemas automatizados de direção do trator,

é motivada por uma série de fatores, nos quais se inclui o paralelismo correto na implantação da cultura. Dentre os diferentes métodos de posicionamento GNSS, pode-se citar o posicionamento relativo cinemático em tempo real - RTK (Real Time Kinematic), que é o método que possibilita qualidade na determinação da posição na ordem de centímetros (BAIO e MORATELLI, 2011). A vantagem dos sistemas de direcionamento automático é a redução de erros entre as passadas pela substituição do operador no direcionamento durante as operações mecanizadas. Objetivou-se avaliar o paralelismo da semeadura mecanizada de amendoim com e sem a utilização de piloto automático, assim como a qualidade da operação.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido em área agrícola de produção de amendoim do município de Dobrada SP, Brasil, próximo às coordenadas geodésicas (Latitude e Longitude) 21°30'38"S e 48°28'09"W, e altitude de 580, relevo suave ondulado (favorável à mecanização) e clima Aw de acordo com a classificação de Köppen-Geiger (PEEL et al., 2007). O solo da área apresentava classe textural Média, preparado pelo método convencional e possuía no momento da semeadura teor de água médio de 13,25%. Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado disposto em faixas, sendo coletados 120 pontos de cada sistema (direcionamento manual e automático) e avaliado o paralelismo entre as passadas do conjunto trator-semeadora com o auxílio de uma régua graduada. Foram utilizadas sementes tratadas de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) (peneira 23 mm) do cultivar Granoleico. A densidade de semeadura foi regulada para 20 sementes m⁻¹ e a profundidade de semeadura foi regulada para 0,06 m. Foi utilizado trator da marca Massey Ferguson, modelo 7150, 4x2 TDA, com 110 kW (150 cv) no motor na rotação nominal, operando na marcha 2ª A com 2000 rpm no motor e velocidade de deslocamento de 6,3 km h⁻¹ e semeadora-adubadora pneumática da marca PHT3 Suprema, com discos duplos desencontrados para deposição das sementes e para a abertura do sulco de deposição do adubo e rodas compactadoras duplas em "V", operando na regulagem de 4 fileiras de semeadura, com 0,90 m de espaçamento entre fileiras. Foi utilizado direcionamento automático do trator por meio de piloto hidráulico com navegação via satélite (posicionamento cinemático em tempo real, RTK). O sinal de correção RTK foi enviado via rádio UHF, emitido por uma base fixa instalada numa torre. O receptor utilizado na estação base foi da marca Topcon, modelo System 150. No trator utilizou-se receptor também da marca Topcon, modelo AGI-3 conectado ao monitor GX-45. O projeto de semeadura foi confeccionado utilizando-se o software Auto-CAD R14. Para a análise dos dados realizou-se a análise de variância (ANOVA), aplicando-se o teste F de Snedecor, com nível de significância de 5%, tanto quanto o controle estatístico de processos (CEP) para avaliar a qualidade da operação. Também foram estipulados limites específicos de acordo com a qualidade desejada, são eles: LESC (limite específico superior de controle): 0,85 m; LEIC (limite específico inferior de controle): 0,95 m e LEV (limite específico de variação): 0,10 m.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Houve diferença entre os tratamentos no paralelismo entre as passadas do conjunto trator-semeadora (Tabela 1), em que quando se utilizou direcionamento via piloto automático o espaçamento entre as passadas ficou mais próximo do regulado e recomendado para o espaçamento do amendoim rasteiro, que é de 0,90 m (GODOY et al., 2014).

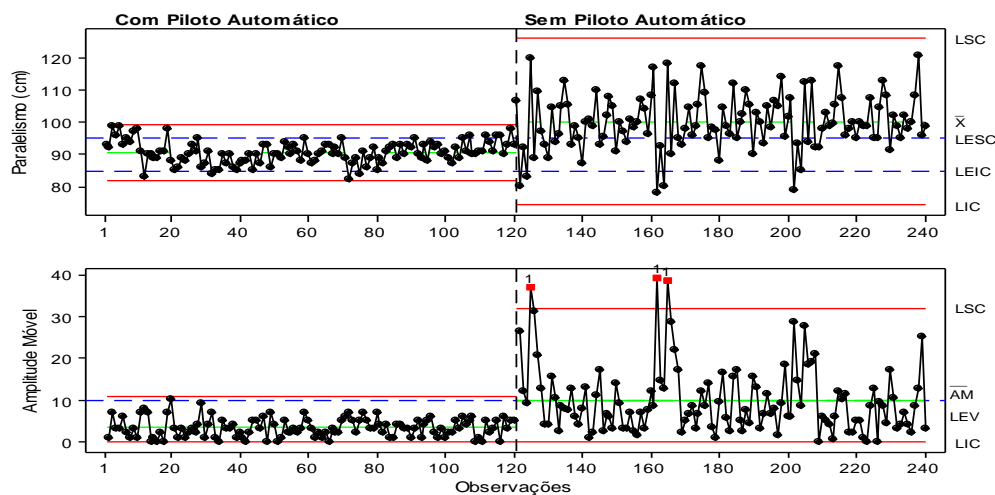
Tabela 1. Teste de médias para paralelismo entre passadas.

| Tratamentos | Paralelismo (cm) |
|-------------------|------------------|
| Manual | 100,1 b |
| Piloto automático | 90,6 a |
| Teste de F | 125,1* |
| DMS | 1,6 |

*significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. Letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Quando se utilizou do direcionamento manual realizado pelo operador observou-se um aumento de 9,44 cm em média no espaçamento comparado ao direcionamento por piloto automático, o que significa que além de o espaçamento estar incorreto ainda há diminuição da área semeada quando

operado manualmente. Observa-se também, que em alguns pontos o espaçamento foi inferior ao desejado, podendo refletir, neste caso, em competição entre as plantas. Sendo o espaçamento ideal de 90 cm e considerando a área útil da semeadora de 3,6 m, verifica-se um erro médio de 0,61 cm quando direcionado via piloto automático e 10,05 cm quando operado manualmente. Em estudos semelhantes, Baio e Moratelli (2011) relataram que o erro de paralelismo para a operação de plantio mecanizado de cana-de-açúcar, apresentou acurácia de 3,30 cm. Já Voltarelli et al. (2013) encontraram valores de até 4,88 cm de erro utilizando piloto no plantio de cana-de-açúcar, sendo a área útil de trabalho de 3,0 m (duas fileiras de plantio de 1,5 m cada). Ainda, Oliveira e Molin (2011) encontraram erro médio no transplante de mudas de citros (7 m de espaçamento entre fileiras) de 4 cm com piloto automático e de 8 cm quando manualmente. Silva et al. (2014) em transplante de mudas de citros com piloto automático (3,5 m de espaçamento entre fileiras) encontraram erro médio de paralelismo de 5 cm. Considerando a importância dos ganhos advindos pela melhor orientação via piloto automático, Holpp (2007) analisou o uso do sistema de orientação automática em sistema de produção de cereais e observou redução no uso de sementes, defensivos e fertilizantes, resultando em potenciais economias por hectare ao ano. Com relação à qualidade dos dois sistemas, verifica-se que o paralelismo quando direcionado com piloto automático se manteve estável (Figura 1), ou seja, sob controle estatístico, indicando que a variabilidade existente para esta variável pode ser atribuída apenas a causas comuns (aleatórias) do processo de semeadura, ou seja, é intrínseca ao processo.



LSC: Limite superior de controle. LIC: Limite inferior de controle. LESC: Limite específico superior de controle. LEIC: Limite específico inferior de controle. LEV: Limite específico de variação. \bar{X} : média. \overline{AM} : média da amplitude móvel.

Figura 1. Cartas de controle para paralelismo entre passadas do conjunto trator-semeadora.

A semeadura operada manualmente apresentou pontos na carta de amplitude móvel que ultrapassaram o limite superior de controle, devido à alta variabilidade dos dados coletados. Este fato demonstra a instabilidade do processo, devido a causas especiais, que podem ser explicadas devido à ocorrência de um ou mais dos fatores “6 M’s” (matéria-prima, mão de obra, método, máquina, medição e meio ambiente). Neste caso, erros de direcionamento do operado (fator mão-de-obra) tanto quanto marcadores de linhas mal regulados da semeadora (fator máquina) podem ter causado tal instabilidade, deixando o processo fora de controle e, portanto com a qualidade afetada. A melhor qualidade do sistema piloto automático é ainda reforçada quando se observa os valores aceitáveis dentro dos limites específicos estipulados (Tabela 2), em que a maior parte dos pontos encontra-se dentro dos limites específicos de controle (LESC e LEIC) e a totalidade dentro do limite específico de variação (LEV), além dos menores coeficientes de variação, desvio padrão e amplitude, ou seja, menor variabilidade, maior qualidade.

Tabela 2. Porcentagem de pontos dentro dos limites especificados para paralelismo entre passadas do conjunto trator-semeadora.

| Maneira | Controle (%) | | | Variação (%) | | CV (%) | DP (cm) | A |
|------------|--------------|-------|--------|--------------|-------|--------|---------|-------|
| | Aceitável | Acima | Abaixo | Aceitável | Acima | | | |
| Com Piloto | 87,50 | 9,17 | 3,33 | 100 | 0 | 3,87 | 3,50 | 17,00 |
| Sem Piloto | 30 | 85 | 5,00 | 65,55 | 34,35 | 8,55 | 8,56 | 43,00 |

CV: Coeficiente de variação. DP: Desvio padrão. A: Amplitude.

A operação manual, além da instabilidade apresentada, obteve a maioria dos pontos acima do limite superior especificado, e grande variabilidade demonstrada pela alta distância entre os limites superiores e inferiores de controle estatístico, e alta amplitude, portanto baixa qualidade. Outros pesquisadores também utilizaram as cartas de controle para avaliar a qualidade de paralelismos realizados por piloto automático, as quais foram eficazes na detecção de pontos críticos e fatores especiais que afetam a eficiência da operação (SILVA et al., 2014; VOLTARELLI et al., 2013).

CONCLUSÕES: O paralelismo entre as passadas do conjunto trator-semeadora se mostrou mais preciso e próximo ao regulado quando se utilizou do piloto automático, aliado a melhor qualidade da operação. Assim, a utilização do piloto automático na operação de semeadura de amendoim se mostra eficiente quando se deseja maiores produtividades finais devido ao ganho de área.

REFERÊNCIAS

- BAIO, F. R. R.; MORATELLI, R. F. Avaliação da acurácia no direcionamento com piloto automático e contraste da capacidade de campo operacional no plantio mecanizado da cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.2, p.367-375, 2011.
- GODOY, I. J.; BOLONHEZI, D.; MICHELOTTO, M. D.; FINOTO, E. L.; KASAI, F. S.; FREITAS, R. S. Amendoim, *Arachis hypogaea* L. In: Aguiar, A. T. E.; Gonçalves, C.; Paterniani, M. E. A. G. Z.; Tucci, M. L. S.; Castro, C. E. F. **Boletim IAC 200: Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 7.^a Ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agrônomo, 2014, p. 22-27.
- HOLPP, M. Work-economics and financial aspects of parallel guidance systems for tractors. In: EUROPEAN CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 16., 2007, Skiathos. **Proceedings...** Skiathos: John Stafford, 2007. 6 p.
- OLIVEIRA, T. C. A.; MOLIN, J.P. Uso de piloto automático na implantação de pomares de citros. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.2, p.334-342, 2011.
- PEEL M, FINLAYSON B, MCMAHON T. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. **Hydrol Earth Syst Sc.**, v. 11, p. 1633-1644, 2007.
- PEREZ-RUIZ, M.; SLAUGHTER, D. C.; GLIEVER, C.; UPADHYAYA, S. K. Tractor-based Real-time Kinematic-Global Positioning System (RTK-GPS) guidance system for geospatial mapping of row crop transplant. **Biosystems Engineering**, v. 111, p. 64-71, 2012.
- SILVA, R. P.; VOLTARELLI, M. A.; CASSIA, M. T.; VIDAL, D. O.; CAVICHIOLI, F. A. Qualidade das operações de preparo reduzido do solo e transplântio mecanizado de mudas de café. **Coffee Science**, v. 9, n. 1, p. 51-60, 2014.
- VOLTARELLI, M. A.; SILVA, R. P.; ROSALEN, D. L.; ZERBATO, C.; CASSIA, M. T. Quality of performance of the operation of sugarcane mechanized planting in day and night shifts. **Australian Journal of Crop Science**, v. 7, n. 9, p. 1396-1406, 2013.