

AValiação DE SISTEMA DE DIRECIONAMENTO AUTOMÁTICO TRABALHANDO EM DIFERENTES NÍVEIS DE CURVATURA

CRISTIANO ZERBATO¹, RAFAEL DE GRAAF CORRÊA², ALINE SPAGGIARI
ALCÂNTARA³, CARLOS EDUARDO ANGELI FURLANI⁴, DANILO TEDESCO DE
OLIVEIRA⁵.

¹ Professor Doutor, Depto. Engenharia Rural, FCAV-UNESP, Jaboticabal-SP. Fone: (16) 99289 – 1441 Email: cristianozerbato@gmail.com.

² Mestrando Departamento de Engenharia Rural - Unesp Jaboticabal.

³ Mestranda Departamento de Engenharia Rural - Unesp Jaboticabal.

⁴ Professor Doutor, Depto. Engenharia Rural, FCAV-UNESP, Jaboticabal-SP.

⁵ Tecnólogo em mecanização em agricultura de precisão, Fatec “Shunji Nishimura”.

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: Atualmente com o avanço das técnicas de agricultura de precisão, utilizar sistemas de direcionamento automático nas máquinas agrícolas se tornou fundamental para quem quer elevar a produção de sua lavoura. Entre os fatores que influenciam na qualidade da operação com piloto automático, podemos citar qualidade do sinal GNSS, e o trajeto no qual o equipamento será submetido. Objetivou-se nesse trabalho avaliar o desempenho do piloto automático submetido à trajetões curvas e retilíneas. Foram definidos 6 trajetões, sendo 5 trajetões curvas avaliadas de uma semeadura circular, onde foram realizadas amostras nas passadas que encontravam a 20, 40, 60, 80, 100 metros de raio em relação ao centro do pivô, e 1 trajeto retilíneo, que foi utilizado como testemunha. De acordo com os resultados, o único trajeto onde a curvatura se diferiu da testemunha foi o que estava a um raio de 20 metros do pivô central. No entanto, ficou visível que o desempenho do piloto automático piorou conforme o raio de curvatura diminuía. O sistema de direcionamento automático apresentou menor precisão quando submetido a curvas mais fechadas, e quando submetido a curvas mais abertas como a de 100 metros de raio, o resultado era igual ao trajeto retilíneo.

PALAVRAS-CHAVE: agricultura de precisão, piloto automático, semeadura, milho.

EVALUATION OF AUTOMATIC DIRECTION SYSTEMS WORKING AT DIFFERENT LEVELS OF CURVATURE

ABSTRACT: Nowadays, with the advancement of precision farming techniques, the use of technologies like auto-steer guidance in mechanized operations has become fundamental for increase the production of crop's. Among the factors that influence the quality of the operation with automatic pilot, we can cite GNSS signal quality, and the trajectory in which the equipment will be submitted. The objective of this study was to evaluate the performance of the curved and rectilinear paths with auto-steer guidance. Six routes were defined, with 5 routes curves evaluated from a circular sowing, where samples were taken at 20, 40, 60, 80, 100 meters from the center of the pivot, and 1 rectilinear path, which was used as a control. According to the results, the only path where the curvature differed from the control was that which was within 20 meters from central pivot. However, it became apparent that autopilot performance got worst when the radius of curvature decreased. The auto-steer guidance presented less precision when subjected to more closed curves, and when subjected to more open curves such as 100 meters radius, the result was the same as the rectilinear path.

KEYWORDS: precision agriculture, auto-pilot, sowing, *Zea mays* l.

INTRODUÇÃO: Atualmente com o avanço das técnicas de agricultura de precisão, o uso de sistemas de direcionamento automático nas máquinas agrícolas se tornou fundamental para quem quer elevar a produção de sua lavoura e melhorar a qualidade da mesma. O piloto automático é uma ferramenta de agricultura de precisão que tem como objetivo aumentar a precisão no deslocamento e a eficiência das máquinas agrícolas na lavoura. De acordo com Oliveira e Molin (2011), a utilização do piloto automático diminui o estresse do operador, aumenta a jornada de trabalho, e a capacidade de campo do maquinário. De acordo com Baio et. al (2011), a utilização do piloto automático nas operações mecanizadas diminuem consideravelmente os erros entre as passadas da máquina. Em experimento utilizando piloto automático, Bettio et. al (2016), avaliaram a semeadura de trigo em linhas espaçadas a 0,17 metros uma da outra, submetida a um trajeto de curva aberta e outro de curva mais fechada. Eles concluíram que embora tenha aumentado a precisão da semeadura, quando submetida a trajetos curvos a semeadura apresentava grande índice de sobreposição tanto com piloto automático quanto com piloto manual. Com base nas informações acima, objetivou-se nesse trabalho avaliar o paralelismo entre as passadas de uma semeadora equipada com sistema de direcionamento automático, em uma área de semeadura circular e em uma de semeadura retilínea.

MATERIAL E MÉTODOS: As avaliações foram realizadas na FEPE – Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária – Unesp Jaboticabal. Foi utilizado uma área de pivô central partida ao meio, onde metade foi realizada semeadura circular, e na outra metade foi realizada semeadura retilínea. Foi utilizado um conjunto trator-semeadora, de 4 linhas espaçadas 0,9 metros uma da outra, e regulada para depositar 6,1 plantas por metro. O trator utilizado era equipado com sistema de direcionamento automático por GNSS, e com correção de sinal RTK. A semeadura foi realizada no dia 12 de dezembro de 2016, com o solo na capacidade de campo, a uma velocidade média de 6 km h⁻¹, no sistema de plantio direto. Foram definidos seis tratamentos a serem avaliados, sendo cinco deles na área de semeadura circular, e um na área de semeadura retilínea. Na área da semeadura circular foram definidas amostragens nas passadas que estavam a 20, 40, 60, 80, e 100 metros de raio em relação ao centro do pivô, e na área da semeadura retilínea a outra amostragem foi realizada entre as passadas do meio do terraço, a mesma foi usada como testemunha. Dessa forma, ficaram definidos 6 tratamentos, sendo 1 testemunha, e 30 amostragens em cada tratamento, totalizando 180 amostragens. As amostragens foram realizadas 20 dias após a germinação, e utilizou-se uma trena para medir a distância entre as passadas da semeadora, sendo as medições realizadas posicionando a trena entre as plantas das duas linhas entre as passadas da máquina. O desvio entre as passadas foi calculado subtraindo o resultado obtido do espaçamento entre-linhas, que era de 0,9 metros. Os resultados obtidos por meio dessa subtração foram submetidos à análise de variância com nível de significância de 0,05% e quando significativos submetidos ao teste de Tukey onde foi analisado os efeitos dos tratamentos sobre a variação média no paralelismo entre as passadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Analisando os resultados, verificou-se por meio do teste de Tukey que a testemunha e o tratamento R-100 tem o mesmo valor estatístico, isso se deve ao fato de que o trajeto percorrido com raio de 100 metros apesar de curvilíneo apresenta uma curvatura suave, fazendo com que o sistema de direcionamento automático responda quase com a mesma eficiência que quando submetido a um trajeto retilíneo, que é o caso da testemunha.

TABELA 1. Teste de Tukey para o desvio das medições realizadas.

Tratamentos	Médias	Resultados
Testemunha	7,547619	A
R-20	17,800000	B
R-40	15,166667	A B
R-60	16,733333	A B
R-80	16,233333	A B
R-100	7,966667	A

R – Raio em relação ao centro do pivô (m).

Os tratamentos submetidos a curvaturas de raio 40, 60 e 80 metros em relação ao centro do pivô, apresentaram uma diferença significativa em relação ao trajeto retilíneo e ao trajeto percorrido no raio de 100 metros em relação ao centro do pivô, porém estatisticamente podem ser considerados iguais. O trajeto percorrido no raio de 20 metros, apresentou um desvio médio do piloto automático superior aos demais tratamentos. No entanto, de acordo com o teste de tukey, os valores coletados em campo se diferem apenas do tratamento de raio 100, e da testemunha. Os valores obtidos no trajeto retilíneo apresentaram um desvio médio de 7,54 centímetros, o que de acordo com a literatura é inadequado. De acordo com BERGTOLD et al.(2009), o sistema de correção RTK oferece uma acurácia de 0,025 metros aproximadamente, sendo assim os resultados obtidos podem ser considerado elevados. Podemos atribuir esses resultados a uma possível falha no sistema de correção, a calibração inadequada do piloto automático que equipava o conjunto trator-semeadora, ou a possíveis efeitos de cintilação ionosférica, fator causado pela radiação solar que causa um acúmulo de elétrons camada ionosférica e causa refração e até perda total do sinal emitido pelos satélites. Já os valores obtidos na semeadura circular, assim como o aumento dos mesmos quando submetidos a raios menores se devem à incapacidade do piloto automático de efetuar curvas mais fechadas, fazendo com que se desviasse da linha para conseguir completar o trajeto. O desvio médio poderia ser menor se o piloto estivesse melhor calibrado. No entanto, os resultados foram coerentes com os apresentados por Bettio et. al (2016), que conclui que a precisão entre as passadas era comprometida pelo aumento da intensidade da curvatura.

CONCLUSÕES:O sistema de direcionamento automático apresentou menor precisão quando submetido a curvas mais fechadas. Quando o raio da curvatura foi de 100 metros, o paralelismo entre as passadas foi o mesmo em relação à testemunha, que foi semeada em um trajeto retilíneo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baio, F. H. 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.** Revista de Engenharia Agrícola., Jaboticabal , v. 31, n. 2, p. 367-375, 2011.

Bettio, C. S.; Ganascini, D.; Wunsch, C. A.; Renosto, L. D.; Gurgacz, F. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR - ISSN 2358-5420 – edição especial - agosto de 2016.**

BERGTOLD, J.S.; RAPER, R.L.; SCHWAB, E.B. **The economic benefit of improving the proximity of tillage and planting operations in cotton production with automatic steering.** Applied Engineering in Agriculture, St. Joseph, v.25, n.2, p.133-143, 2009.

Oliveira, T. C.A.; Molin, J. P. **Uso de piloto automático na Implantação de pomares de citros.** Revista Engenharia Agrícola. , Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 334-342, 2011.