

## **QUALIDADE OPERACIONAL DA ADUBAÇÃO MECANIZADA SEM PILOTO AUTOMÁTICO NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR**

**FRANCIELE M. CARNEIRO<sup>1</sup>; CARLOS EDUARDO A. FURLANI<sup>2</sup>; EDSON BALDAN JÚNIOR<sup>3</sup>; RAFAEL S. BERTONHA<sup>4</sup>; ROUVERSON P. DA SILVA<sup>5</sup>**

1 Eng<sup>a</sup> Agrônoma, mestranda em Agronomia (Produção Vegetal), FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, Fone: (16) 98157.0361, franmorlin1@gmail.com

2 Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Prof. Adjunto, Dept<sup>o</sup>.de Engenharia Rural, FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP,

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

4 Eng<sup>o</sup> Agrônomo, doutor em Agronomia (Ciência do Solo), FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP.

5 Eng<sup>o</sup> Agrícola, Prof. Assistente Doutor, Dept<sup>o</sup> de Engenharia Rural, FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP.

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

**RESUMO:** Brasil mesmo sendo o maior produtor mundial de cana-de-açúcar ainda possui gargalhos. Sendo que, em mecanização agrícola uns dos problemas relevantes é a condução inadequada dos rodados nas soqueiras. Em vista disso, pesquisadores encontraram alternativas para reduzir esse problema, tais como, paralelismo adequado, agricultura de precisão dentre outras. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade operacional da adubação mecanizada sem piloto automático na cultura da cana-de-açúcar. O experimento foi conduzido no município de Matão, estado de São Paulo, em uma área de cana-de-açúcar pertencente à Fazenda Cascavel, situada nas coordenadas geográficas 21°35'55,03"S e 48°25'21,12"W com altitude de 589 m. A área experimental ficou localizada no primeiro talhão da fazenda, medindo 0,4523 ha, onde foi plantada a cultivar RB 867515, que está no sexto corte. O delineamento experimental foi em Delineamento Inteiramente Casualizado, com 3 tratamentos sem piloto automático e 30 repetições, onde mediu-se paralelismo em cada ponto amostral adubado. Os tratamentos foram constituídos por: 1- apenas adubação mecanizada; 2- operação conjugada (aplicação simultânea de herbicida e adubação); e 3- duas operações (aplicação separada de herbicida e adubo). Concluiu-se que na operação com apenas adubação mecanizada obteve menor variabilidade dos dados.

**PALAVRAS-CHAVE:** controle estatístico de processo; mecanização agrícola; paralelismo.

## **QUALITY OPERATIONAL FERTILIZATION MECHANICAL WITHOUT AUTOPILOT IN CULTURE OF SUGARCANE**

**ABSTRACT:** Brazil even though the world's largest producer of sugarcane still has bottlenecks. Wherein, in agricultural mechanization each relevant problem is improper conduct of run in brass knuckles. As a result, researchers have found alternatives to reduce this problem, such as adequate parallelism, precision agriculture among others. Given the above, this study aimed to evaluate the operational quality of mechanized fertilization without autopilot in the culture sugarcane. The experiment was conducted in Matão, state of São Paulo, in an area of sugarcane belonging to Fazenda Cascavel, located on the geographical coordinates 21°35'55,03 "S and 48°25'21,12" W with altitude 589 m. The experimental area was located on the first field of the farm, measuring 0.4523 hectares, which was planted to grow RB 867515, which is the sixth cut. The experimental design was a completely randomized delineation, with 3 treatments without autopilot and 30 repetitions, which was measured parallel at each sample point fertilized. The treatments were: 1 - only mechanized fertilized;

2- combined operation (simultaneous application of herbicide and fertilizer); and 3- two operations (separate application of herbicide and fertilizer). Concluded that the transaction with only mechanized fertilizer had lower variability of the data.

**KEYWORDS:** statistical process control; agricultural mechanization; parallelism.

**INTRODUÇÃO:** A mecanização agrícola encontra-se em desenvolvimento tecnológico podendo proporcionar menor custo na produção e aumento do desempenho operacional, desde que utilize os maquinários agrícolas adequadamente nas operações de preparo do solo, adubação, colheita, entre outras. Quando as máquinas transitam inadequadamente na lavoura sem monitoramento do tráfego, podem ocasionar dano direto à cultura, como por exemplo, o pisoteio em soqueiras da cana-de-açúcar, menor produtividade; e, além disso, compactação do solo, erosão, entre outros prejuízos. Pesquisadores e empresas observando esses problemas criaram métodos de demarcação, tais como, o balizamento, cabo de aço, marcador de espuma e de linha, entre outros, facilitando a identificação do paralelismo entre as passadas dos maquinários e proporcionando melhoria na orientação do tráfego das máquinas (OLIVEIRA, 2009). A agricultura de precisão é uma prática agrícola muito utilizada na aplicação de fertilizantes com taxas variadas conforme o resultado da análise do solo da respectiva área, facilitando a aplicação adequada do mesmo no solo. Quanto às vantagens da agricultura de precisão em consórcio com aplicação de adubos para os produtores rurais, são: maior rendimento econômico, menor impacto ambiental e maior produtividade, aplicando na área quantidade necessária para cultura obter bom desenvolvimento (BARRETO e ADAMI JÚNIOR, 2012). Quando não há utilização do piloto automático em operações, pode verificar inúmeros problemas na lavoura, como: pisoteio dos maquinários em soqueiras de cana-de-açúcar; distribuição desuniforme de adubos entre as passadas da máquina; redução de produtividade; compactação do solo; tráfego inadequado dos maquinários, entre outras coisas. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade operacional da adubação mecanizada sem piloto automático na cultura da cana-de-açúcar.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi desenvolvido no município de Matão, estado de São Paulo. A área experimental localizou-se em uma área agrícola de cana-de-açúcar pertencente à Fazenda Cascavel, situada nas coordenadas geográficas 21°35'55,03"S e 48°25'21,12"W. Para realização da adubação foi utilizada a adubadora da empresa BIA – Baldan, que encontra-se em desenvolvimento na linha canavieira por ser um novo conceito de distribuição individualizada mecanizada de fertilizantes, a mesma foi acoplada ao trator da marca John Deere, modelo 6145J, com tração 4x2 TDA. Os tratamentos foram: 1- testemunha (adubação mecanizada, sem aplicação de herbicida); 2- operação conjugada (aplicação simultânea de herbicida e adubação); e 3- duas operações (aplicação separada de herbicida e adubo).

Os adubos utilizados foram a uréia protegida (45% de N), MAP - Fosfato Monoamônio (45% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 11% de N) e cloreto de potássio (60% de K<sub>2</sub>O), com as respectivas dosagens aplicadas, 290 kg ha<sup>-1</sup> de uréia protegida; 100 kg ha<sup>-1</sup> de MAP; 160 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio, os mesmos foram coletados em 30 pontos amostrais por tratamento. Durante as operações o trator utilizou a 2ª marcha B, com rotação do motor de 1800 rpm e velocidade média de 5,7 km h<sup>-1</sup>.

O paralelismo foi mensurado em cada tratamento após a distribuição individualizada dos adubos. As medidas foram realizadas nos 30 pontos amostrais por tratamentos, efetuadas a cada passagem do conjunto trator adubadora. A medição do paralelismo foi efetuada de um ponto amostral ao outro, conforme a Figura 1, as linhas verdes correspondem a cultura de cana-de-açúcar, as linhas amarelas e lilás foram as faixas aplicadas de adubos, sendo que as faixas de fertilizantes ficaram com colorações diferentes para facilitar a visualização de cada passada feita pelo trator.

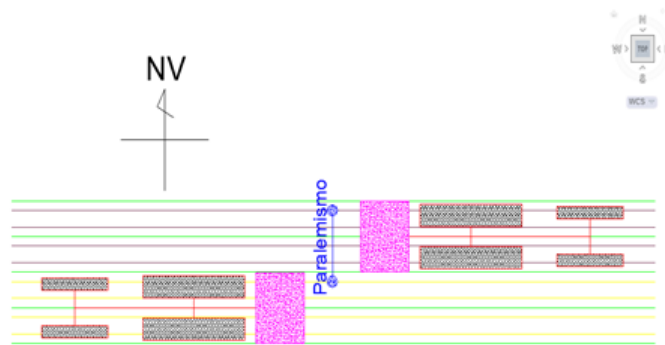
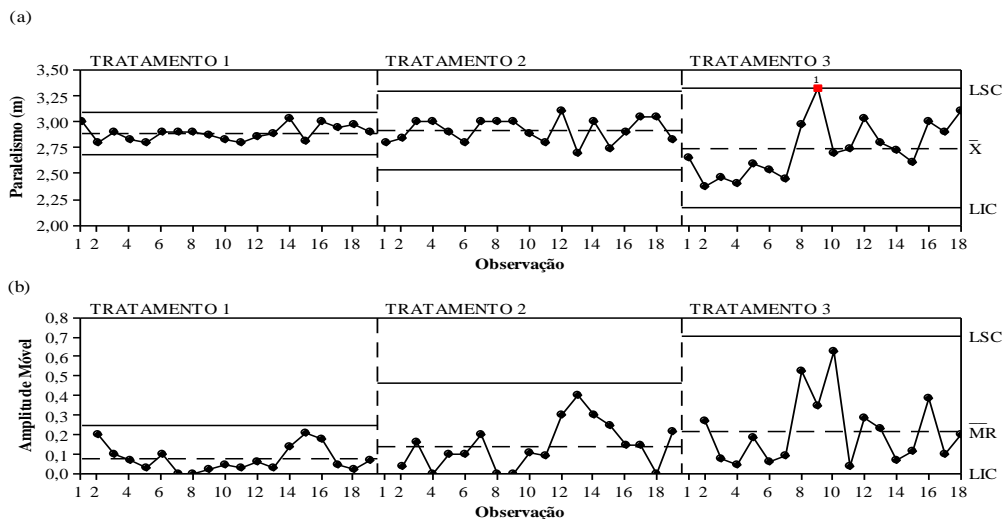


FIGURA 1. Medições do paralelismo.

O método estatístico aplicado foi o Controle Estatístico de Processo (CEP) para avaliar a qualidade operacional da adubação mecanizada sem o piloto automático, por meio das medições das faixas aplicadas de adubos nos trinta pontos amostrais por tratamento, utilizando cartas de controle de valores individuais e amplitude móvel.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Nas cartas de controle de valores individuais (Figura 2 a), o tratamento 1 obteve menor variabilidade em relação aos demais, logo tanto este tratamento quanto o tratamento 2 demonstraram estabilidade e o processo ficou sob controle. Enquanto o tratamento 3 apenas um ponto ficou acima do limite superior de controle (LSC), deixando o processo instável. Referente às cartas de controle com amplitude móvel nenhum tratamento avaliado apresentou pontos fora de controle, pois todos os pontos ficaram entre os limites de controle, apresentando estabilidade no processo (Figura 2 b).

#### ADUBAÇÃO MECANIZADA SEM PILOTO AUTOMÁTICO



LSC: Limite Superior de Controle;  $\bar{X}$ : Média dos valores individuais; LES: Limite Específico Superior; LEI: Limite Específico Inferior; LIC: Limite Inferior de Controle;  $\overline{AM}$ : Média da amplitude móvel.

FIGURA 2. Carta de controle da adubação mecanizada sem piloto automático por meio do paralelismo.

Oliveira e Molin (2011) avaliaram operação de abertura de sulcos para o estabelecimento de pomar com citros utilizando o sistema convencional (sem o piloto automático) e com piloto automático, verificaram para os parâmetros de tempo com manobras e parado que o piloto automático apresentou os maiores valores, obtendo menor eficiência de campo (73,4%) comparado ao sistema convencional

(77,6%). Os mesmos relataram que o maior tempo de manobra mensurado foi no piloto automático, em razão de o operador realizar o alinhamento do maquinário antes de entrar na linha com os sulcos, porém no sistema convencional a manobra é efetuada com mais rapidez, devido estacas de alinhamento colocadas no começo da linha para orientação do operador.

Barros e Milan (2010) realizaram monitoramento no plantio de cana-de-açúcar verificando a qualidade operacional, por meio de reuniões com equipe técnica disponibilizada pela empresa, indicaram as duas possíveis falhas mais agravantes como a profundidade de plantio e o paralelismo, espaçamentos menores que 1,35 m favorecem aumento no pisoteio das soqueiras pelos rodados dos maquinários, principalmente durante o período de colheita mecanizada, entretanto espaçamentos maiores que 1,50 m ocasionam perda em metros de plantio na área do canavial.

Baio e Moratelli (2011) analisaram no plantio de cana-de-açúcar a utilização com e sem piloto automático, quando o piloto automático foi empregado nesta operação obtiveram precisão entorno de 0,033 m entre as passadas, contudo sem o piloto o valor foi muito maior entre as passadas de 0,170 m em relação à operação com piloto, proporcionando melhor aproveitamento da área cultivada com o uso do piloto e favorecendo aumento do número de linhas plantadas na lavoura.

**CONCLUSÕES:** A operação com apenas adubação mecanizada obteve melhor o paralelismo entre as passadas, indicando menor variabilidade dos dados comparados aos demais tratamentos e por demonstrar excelente qualidade operacional.

**AGRADECIMENTOS:** Agradecimentos a Valdecir Aparício e Sebastião Francisco da Silva Filho funcionários do departamento de Engenharia Rural. E a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de Mestrado.

## REFERÊNCIAS

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. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p.367-375, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162011000200017>>. Acesso em: 24 maio 2015.

BARRETO, L. F.; ADAMI JUNIOR, W. A. **Estudo sobre piloto automático nas operações mecanizadas em cana de açúcar (*Saccharum officinarum*)**. 2012. 23 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso de Mecanização em Agricultura de Precisão, Faculdade de Tecnologia Shunji Nishimura, Pompéia, 2012. Disponível em: <<http://fatecpompeia.edu.br/arquivos/arquivos/tccwilsonleonardo.pdf>>. Acesso em: 01 maio 2015.

BARROS, F. F.; MILAN, M. Qualidade operacional do plantio de cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p.221-229, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052010000100028>>. Acesso em: 24 maio 2015.

OLIVEIRA, T. C. A. de. **Estudos sobre desempenho de sistemas de piloto automático em tratores**. 2009. 68 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade de São Paulo/escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11148/tde-10112009-150847/pt-br.php>>. Acesso em: 24 maio 2015.

OLIVEIRA, T. C. A.; MOLIN, J. P. Uso de piloto automático na implantação de pomares de citros. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p.334-342, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162011000200013>>. Acesso em: 24 maio 2015.