

## PLANTIO MECANIZADO DE CANA-DE-AÇÚCAR: DESEMPENHO DE TRÊS PLANTADORAS

FERNANDO RODRIGUES DE AMORIM<sup>1</sup>, MARCO TULIO OSPINA PATINO<sup>2</sup>, SANDRA CRISTINA DE OLIVEIRA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Gestão, Desenvolvimento e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, (UNESP) Faculdade de Ciências e Engenharia câmpus Tupã, rua: Domingos da Costa Lopes, nº 780, Cep: 17602496, Tupã, São Paulo, Brasil. email: fernandorodriguesdeamorim@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Núcleo Interno de Economia e Administração Rural, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) (FEAGRI), Av. Cândido Rondon, 501 - Cidade Universitária, Cep: 13083-875, Campinas - São Paulo, Brasil. email: marco.ospina@feagri.unicamp.br.

<sup>3</sup> Departamento de Gestão, Desenvolvimento e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, (UNESP) Faculdade de Ciências e Engenharia câmpus Tupã, rua: Domingos da Costa Lopes, nº 780, Cep: 17602496, Tupã, São Paulo, Brasil. email sandra.oliveira@unesp.br.

**RESUMO:** O plantio mecanizado da cana-de-açúcar aumentou nos últimos anos e embora as perspectivas fossem positivas pela redução de custo e um aproveitamento eficiente da área plantada, a insatisfação pelo desempenho e qualidade do plantio é um tema recorrente dentro do setor envolvendo produtores, acadêmicos e os fabricantes de máquinas agrícolas. O presente estudo analisou o desempenho técnico de três plantadoras de cana com sistemas de plantio diferentes. Os dados foram obtidos em áreas pertencentes a duas usinas e um fornecedor de cana-de-açúcar da região de Ribeirão Preto, com a coleta de dados sendo realizada em 90 pontos aleatórios de uma área de 45 hectares. Os resultados mostraram que a plantadora tradicional com taxa variável alcançou maior desempenho, obtendo o menor consumo de cana-de-açúcar por hectare e os melhores resultados quanto ao limite inferior e superior do número de gemas não danificadas recomendadas para os padrões do plantio mecanizado.

**Palavras-chaves:** taxa variável, consumo de muda, controle estatístico.

## MECHANIZED PLANTING OF SUGAR CANE: TECHNICAL EFFICIENCY IN THREE PLANTER MACHINES

**ABSTRACT:** The mechanized planting of sugarcane increased in recent years. Although the outlook was positive for cost reduction and efficient utilization of planted area, dissatisfaction with planting efficiency and quality is a recurrent theme within the sector, involving producers, academics and agricultural machine manufacturers. The present study analyzed the technical efficiency of three sugar cane planters with different planting systems. The data were obtained from demonstrations carried out in areas belonging to two factories and a supplier of sugarcane in the region of Ribeirão Preto, State of São Paulo, with data collection being performed at 90 random points over an area of 45 hectares. The results showed that the traditional planter with variable rate reached higher efficiency and satisfaction level, obtaining the lowest consumption of sugarcane per hectare and the best results for the minimum and the upper limit of the number of viable buds recommended for the patterns of mechanized planting.

**Keywords:** variable rate, consumption of milt, statistical control

## 1 INTRODUÇÃO

O tema sobre plantio mecanizado<sup>1</sup> tem sido amplamente discutido por acadêmicos, pesquisadores e fabricantes de máquinas deste setor, o dilema de acréscimo de tonelada de muda por hectare, a desuniformidade de germinação e o excesso de rebolos e/ou toletes<sup>2</sup> nos sulcos ainda se apresenta como um grande inconveniente na utilização desta tecnologia. Por outro lado, Ripoli e Ripoli (2010) afirmam que a carência e o custo de mão de obra têm aumentado, mostrando a necessidade de mecanização total da operação. Neste sentido, Zilio e Lima (2015) relatou que o custo de produção com cana-de-açúcar tem se elevado nos últimos anos, destacando o custo com mão-de-obra.

Existe, portanto, uma insatisfação dos usuários dessa tecnologia de plantio que preocupa principalmente aos fabricantes de máquinas agrícolas, destinadas ao plantio mecanizado de cana-de-açúcar que está substituindo o plantio semimecanizado<sup>3</sup> desde 2006.

A Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2011) relatou que o consumo de mudas utilizadas no plantio mecanizado de cana-de-açúcar é, em média, de oito toneladas superior, quando comparado ao semimecanizado, sendo necessárias 20 toneladas por hectare de toletes, em média.

Neste sentido, Kumar e Singh (2012) ressaltam a necessidade de tecnologias de plantio adequadas que permitam reduzir a elevada demanda de mão de obra, em especial no plantio da cana-de-açúcar.

Sob este aspecto, uma alternativa é utilização do sistema de taxa variável, na distribuição de toletes, em plantadoras. Todavia Demattê et al. (2014) mostrou o desempenho do sistema *Variable Rate*

*Technology – VR*, na aplicação de fertilizantes, corretivos e defensivos agrícolas.

Neste mesmo sentido, Silva e Moraes (2010) numa pesquisa sobre a adoção e usos das tecnologias de agricultura de precisão alcançados pela indústria sucroalcooleira no estado de São Paulo relataram que 56%, em um universo de 90 usinas, adotam o uso de agricultura de precisão e deste total, 29% a utilizam para a aplicação de taxa variável (TV) na aplicação de fertilizantes e corretivos, em especial. Stolf e Barbosa (1991) sugerem que, no plantio de cana-de-açúcar, a quantidade ideal de tolete por metro linear seja de 9 a 12 gemas não danificadas, utilizando o maior valor como uma margem de segurança. No mesmo contexto, estes autores confirmaram o aumento de gemas por hectare, em mais de 200%, quando comparado as décadas de 50 e 60, pois utilizavam-se 6 gemas por metro; na década de 80 e 90 com o início do plantio mecanizado, passou-se a utilizar 18 gemas por metro.

Em pesquisas realizadas em outros países foi verificado que se utilizam menos toneladas de cana-de-açúcar do que no Brasil. Pujar et al. (2017) afirma que na Índia são utilizados em média de 6 a 8 toneladas de toletes de cana-de-açúcar por hectare. Naik et al. (2013) em pesquisa no mesmo país, afirmaram que utilizam entre 6 a 7 toneladas de toletes por hectare.

A evolução da mecanização nos últimos anos no Brasil não tem sido um fator determinante para o aumento de produtividade, pois entre 2008 a 2011 houve queda de 16% de produção; fato este, que coincide na transição do sistema semimecanizado para mecanizado; e na mudança da colheita de cana-de-açúcar semimecanizado para mecanizado (SANTOS, 2015).

Assim, não é conveniente afirmar que a redução da produtividade esteja diretamente

<sup>1</sup> Totalmente realizado por máquinas, o corte das mudas é realizado por colhedoras de cana-de-açúcar, o carregamento até o local do plantio é realizado por caminhões transbordos e/ou tratores e transbordo e o plantio é executado por um trator que traciona uma plantadora que executa três operações simultaneamente: sulcação, distribuição e cobertura. Aplicação de fertilizantes.

<sup>2</sup> Toletes e/ou rebolos é um pedaço de cana que contém de uma a três gemas.

<sup>3</sup> Realizado por máquinas (tratores, carregadeira, implementos e caminhão) e por vários trabalhadores (operador de máquinas, serviços gerais, motorista, fiscais e um apontador).

relacionada ao tipo de plantio adotado (mecanizado), haja vista, que outros fatores como investimento, clima, colheita, etc. interferem na produtividade. No entanto, a qualidade da plantação de cana-de-açúcar afeta a longevidade do canavial, o rendimento de produção por hectare, os custos de produção e a rentabilidade (CORTEZ et al., 2016). Na mesma linha, Barros e Milan (2010) afirmaram que fazer um bom preparo de solo, corrigir a acidez, juntamente com uma boa qualidade de plantio são favoráveis para proporcionar o desenvolvimento adequado da cultura da cana-de-açúcar e garantir a longevidade dassoqueiras.

O problema que se pretende investigar consiste em analisar a quantidade de toletes distribuídos por metro linear, utilizados por três plantadoras da mesma marca para o plantio de cana-de-açúcar, analisando seus resultados descritivos e, conseqüentemente, qual plantadora é a mais eficiente? Diante dessa problemática, o objetivo desse projeto é analisar o desempenho técnico de três plantadoras de cana mecanizada com sistemas de distribuição de toletes diferentes.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Para atender aos objetivos propostos para este trabalho foi realizada uma pesquisa descritiva de natureza exploratória. A presente pesquisa foi feita em áreas pertencentes a duas usinas e um fornecedor de cana-de-açúcar, sendo realizada na safra 2016-2017. O estudo foi intencional, pois a região de Ribeirão Preto

é composta por grande parte das usinas e destilarias no estado de São Paulo.

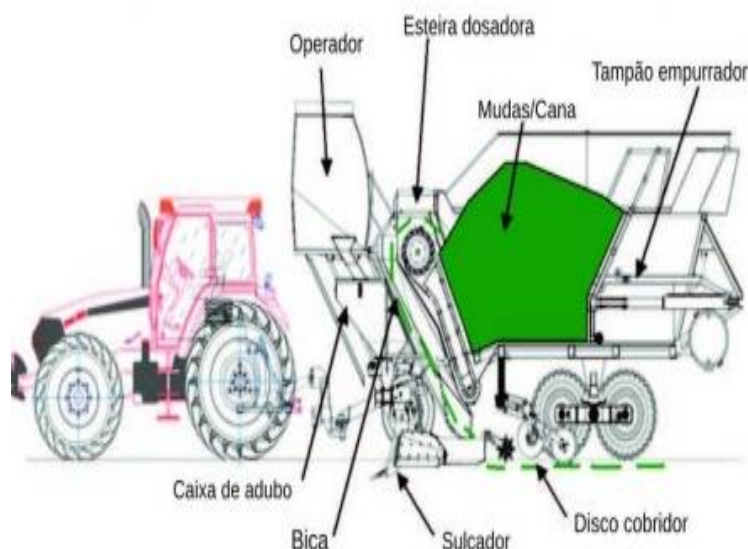
A região estudada tem uma altitude 544,80 metros, latitude 21°10'42'' e longitude 47°48'24'' e o relevo caracteriza-se por ser plano, com pequenos declives, favorecendo a mecanização agrícola.

No Brasil, não existe uma normalização de metodologia para comparativos de categoria de máquinas agrícolas, em especial para o plantio de cana-de-açúcar segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2014). Dessa forma, adotou-se a metodologia estabelecida de acordo com as normas das usinas e do fornecedor pesquisado.

Assim, para analisar os dados na presente pesquisa foram adotados índices de comparabilidade e confiabilidade. Ademais, para atribuir valores e medir a análise dos resultados sobre a qualidade do plantio mecanizado foi utilizada uma escala de três categorias, com os seguintes valores: 1 = cenário não aceito (abaixo de 6 gemas não danificadas e acima de 23); 2 = cenário aceito (entre 7-11 e 19-22 gemas não danificadas); 3 = cenário ótimo (entre 12-18 gemas não danificadas).

Para avaliar estes quesitos foi efetuado o controle de qualidade agrícola, onde foi estabelecida uma área de 15 hectares para cada tipo de máquina, totalizando 45 hectares. Todas as máquinas estavam acopladas a um trator *John Deere* 202 cv. A Figura 1 mostra o tipo de plantadora utilizado no trabalho.

**Figura 1.** Imagem ilustrativa de trator acoplado a uma plantadora de cana picada mecanizada.



Fonte: Cherubin (2015, p.17).

O que diferencia a plantadora tradicional (PT), para a plantadora automatizada (PA) é o sistema de alimentação das esteiras dosadoras, onde a plantadora PT, necessita de uma pessoa na plantadora para alimentar o sistema.

Na plantadora automatizada o sistema de alimentação é automático e faz as operações com pouca interferência humana. Na maioria das vezes, sua função consiste através de um painel instalado na cabine do trator sendo que os componentes eletrônicos ficam na responsabilidade do operador do trator.

A diferença da plantadora Tradicional (PT), para a plantadora com taxa variável (PTTV), é o sistema de rotação da esteira dosadora, pois a velocidade da esteira é equalizada com a velocidade do trator. Ou seja, quanto menor a velocidade do trator, menor a velocidade da esteira dosadora da plantadora, e quanto maior a velocidade do trator, maior a velocidade da esteira dosadora da plantadora. Este problema em condições normais de trabalho ocorre no início da operação e no final da operação, pois o trator necessita de uma determinada rotação no motor para manter a velocidade ideal de trabalho. O tempo médio de velocidade do trator é de extrema importância, pois é neste tempo que são realizadas as regulagens da velocidade da esteira dosadora da esteira, dos agrotóxicos e do fertilizante.

O sistema automatizado, em alguns momentos operacionais, ainda necessita da intervenção humana para alimentar a esteira, geralmente em decorrência de algumas intempéries climáticas, tais como: umidade ou rebolos com maior presença de palha.

Outro ponto a salientar é que quando se trabalha com rebolos de um tamanho superior a 40 cm, ocasiona os mesmos problemas do item anterior, ou seja, os rebolos não conseguem deslizar até a esteira dosadora da plantadora e com isto, em ambos os problemas o sistema de alimentação das esteiras não conseguem alcançar a necessidade ideal de reboło para cada esteira.

Foram utilizados os mesmos princípios da coleta de amostras para a análise do solo. Essa recomendação indica para retirar amostras de solo, averiguar a mesma estrutura de solo, uniformidade quanto à cor, topografia, textura, adubações e calagem. Ainda, é essencial andar em zigzag coletando amostras de 15 a 20 pontos, em uma área que não ultrapasse 10 hectares.

Para fazer esta coleta de dados foi elaborada uma planilha denominada *Checklist* do plantio mecanizado. Assim, o levantamento foi efetuado em 1 metro linear, por ponto, averiguando o total de gemas não danificadas, que estejam em condições ideais de germinação. As gemas consideradas danificadas são àquelas que podem ter sofrido

danos em decorrência da colheita, do transporte e da plantadora, ou mesmo por deficiência da própria planta.

Foi verificado o consumo total de mudas (Ctm) por hectare, através do peso por metro linear de cada ponto multiplicado pela área em metro linear por hectare, usando a equação a seguir:

$$CTM = (Cma) \times (Alh) \quad (1)$$

Em que:

Ctm: consumo total de mudas

Cma: consumo de mudas por área;

Alh: área linear em um hectare (10.000m<sup>2</sup>/1,50 m)

O Ctm foi multiplicado pelos quilos pesados em um metro linear e multiplicado

pela área linear de um hectare, ou seja: 10.000m<sup>2</sup>/1,50m = 6.667 metros lineares por hectare, assim é possível determinar o consumo total de muda através da Equação (1).

Foram utilizados 90 pontos amostrais, sendo 30 pontos para cada tipo de plantadora. Valores similares a estes, foram utilizados no trabalho de Voltareli et al. (2014) em 40 pontos amostrais tendo como objetivo avaliar a qualidade do plantio no período diurno e noturno.

Para análise dos dados foi utilizada estatística descritiva que por meio de estatísticas descritivas como a média, valor mínimo, valor máximo, amplitude, desvio padrão e coeficiente de variação, indicam o grau de variação de um conjunto de elementos, ou seja, a dispersão dos dados com relação à média (CASSIA et al., 2015). A Tabela 1 descreve as variáveis que foram analisadas e sua forma de obtenção.

**Tabela 1.** Controle de qualidade agrícola do plantio mecanizado.

Variável	Descrição
No. Gemas danificadas	Refere-se ao número de gemas danificadas pela plantadora.
Peso dos rebolos (kg/metro linear)	Indica o peso de rebolos
No. Gemas não danificadas	Refere-se ao número de gemas sem danificações fisiológicas e/ou mecânicas.
Grau de aceitação	Números de gemas essenciais para o desenvolvimento da cultura.

Fonte: Amorim, Patino e Oliveira (2020).

Análises similares utilizando a amplitude e a comparação de médias foram utilizadas em outros trabalhos (BAKIR, 2012; BARROS; MILAN, 2010), para comparar e definir a significância dos resultados.

Para identificar se, de um modo geral, se existe ou não diferença significativa entre as médias do número de gemas não danificadas obtidas por meio das plantadoras, foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (baseado em análise de postos), uma vez que, as condições de normalidade e de homocedasticidade dos dados, não são satisfeitas e inviabilizam a Análise de Variância (ANOVA).

Assim, sob a hipótese nula  $H_0$  de igualdade entre as médias, se a probabilidade

de significância dos dados (valor  $p$ ) for menor ou igual ao nível de significância de 5%, rejeita-se  $H_0$  (MARTINS; DOMINGUES, 2017).

Finalmente, para localizar as diferenças entre as amostras, aplicou-se o teste de Dunn, que testa as amostras, duas a duas, por meio de uma análise dos postos médios, para ver quais pares de grupos, de fato, possuem diferenças significativas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto ao grau de aceitação sobre a distribuição de gemas não danificadas por metro, a plantadora automatizada (PA), atingiu a condição de não aceito, (abaixo de 6

gemas não danificadas e acima de 23), 37%. A plantadora tradicional com taxa variável (PTTV) apresentou 59% no cenário não aceito e a plantadora tradicional (PT) 56%.

A PA obteve 33% das observações no cenário aceito (entre 7-11 e 19-22 gemas não danificadas), a PTTV 31% e a PT 16%.

A PA apresentou 30% dos resultados ótimos (entre 12-18 gemas não danificadas). A PTTV alcançou 10% e a PT 28%.

Portanto, a plantadora com melhor aproveitamento nos três cenários foi à plantadora automatizada (PA), conseguindo obter menos discrepância entre os intervalos (não aceito, aceito e otimista).

Esses resultados confirmam a afirmação de Afonso et al. (2018) quando indicam que os modelos tradicionais de plantadoras ainda enfrentam desafios em relação a gemas danificadas e excesso de rebolos por hectare e que este tipo de plantio tem uma maior probabilidade de falhas, quando comparado aos demais.

Com relação ao consumo de mudas em toneladas gastas para plantar um hectare de cana-de-açúcar, a Tabela 2 mostra esses resultados que indicam que a máquina mais eficiente foi a plantadora PTTV, com 13.891 kg $ha^{-1}$ . Valor este, sendo 17,66% inferior à plantadora PA, com 16.871 kg $ha^{-1}$ .

**Tabela 2.** Consumo total de mudas por hectare.

Descrição	Toletes (kg $ha^{-1}$ )
Plantadora Automatizada (PA)	16.871
Plantadora Tradicional (PT)	21.717
Plantadora Tradicional com Taxa Variável (PTTV)	13.891

Fonte: Amorim, Patino e Oliveira (2020).

O menor desempenho neste quesito corresponde à plantadora PT, com 21.717 kg $ha^{-1}$ , que é 63,9% maior que a plantadora PTTV. Este resultado é similar aos dados da CONAB (2011), que indicam um consumo médio de mudas no plantio mecanizado de cerca de 20 toneladas por hectare. No entanto, a plantadora tradicional, no trabalho de Ripoli e Ripoli (2010) indicou um consumo de 13.600 kg/ha.

A interpretação dos resultados referente à distribuição de toletes dos três tipos de plantadoras se encontra na Tabela 3. A análise permite inferir, que a relação no quesito média com maior desempenho foi à plantadora PA, com 19 gemas, seguido plantadora PT, com 23 gemas e por último, a plantadora PTTV, com 24 gemas.

A plantadora PA, apresentou no quesito número mínimo de gemas não danificadas 6 gemas por metro, seguido da plantadora PT, com 11 gemas e a PTTV com 18 gemas

Outra abordagem analisada foi em relação ao limite inferior - abaixo de 11 gemas e ao limite superior - acima de 23 gemas. A plantadora PA apresentou o menor desempenho (27 observações), comparada

com a plantadora PTTV, (18 observações) e a plantadora PT (17 observações). A plantadora PT, não apresentou nenhuma observação no limite inferior abaixo de 11 gemas.

A plantadora PA, embora tenha apresentado o maior número de observações acima do limite superior (18) também apresentou o maior número de observações abaixo do limite inferior (9). Neste sentido, o plantio com essa plantadora deixará lacunas no canavial, representando menor produtividade por hectare em comparação às demais plantadoras.

A plantadora tradicional (PT) apresentou (17) observações acima do limite superior e um (1) resultado abaixo do limite inferior e a plantadora tradicional com taxa variável (PTTV), apresentou (17) resultados acima do limite superior e não teve nenhum resultado abaixo do limite inferior. Entretanto, a máquina com maior eficiência neste quesito foi à plantadora PTTV, com 18 gemas.

O menor desempenho no quesito do número máximo de gemas não danificadas, ou viáveis ficou com a plantadora PT, apresentando 39 gemas, seguido da plantadora PA, com 37 gemas. Contudo, o resultado mais satisfatório neste quesito, ficou com a

plantadora PTTV, que apresentou 34 gemas não danificada por metro linear.

No que tange a relação do desvio padrão o pior desempenho demonstrado foi a plantadora PA, 8,636742, seguido da plantadora PT, 6,096153. Contudo o menor

desvio padrão, ou seja, a menor diferença entre a mínima e a máxima de gemas não danificadas distribuídas foi à plantadora PTTV, com apenas 4,346196. Valor este, 28% superior à plantadora PT.

**Tabela 3.** Análises estatísticas da distribuição de toletes e/ou rebolos dos três tipos de plantadoras.

Descrição	Média	Mínima	Máxima	DV	GV %	Amplitude	CV
PA (1)	19	6	37	8,636742	84	31	44,91%
PTTV (2)	24	18	34	4,34619	85	16	18%
PT (3)	23	11	39	6,096153	76	28	27%

PA: Plantadora Automatizada (1). PTTV: Plantadora Tradicional com Taxa Variável (2). PT Plantadora Tradicional (3)  
DV: desvio padrão; GV%: gemas viáveis; CV: coeficiente de variação

Fonte: Amorim, Patino e Oliveira (2020).

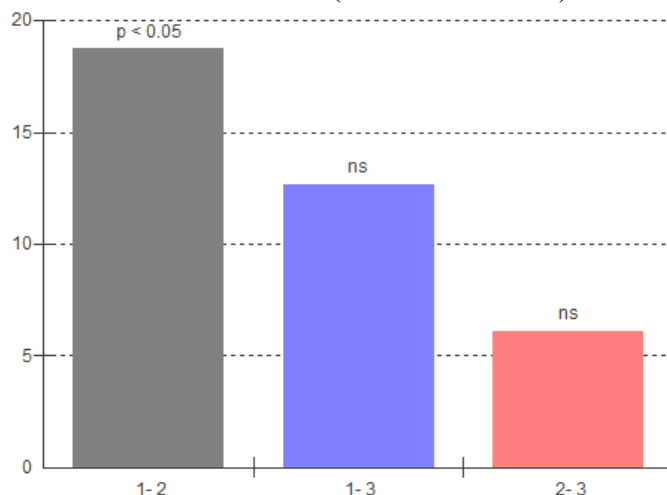
O menor coeficiente de variação ficou com a plantadora com taxa variável (PTTV) 9% inferior a segunda colocada (PT) e 26,91% em relação à terceira colocada (PA).

A plantadora que se destaca com o maior percentual de gemas não danificadas ou viáveis foi à plantadora tradicional com taxa variável (PTTV). Todavia, todos os resultados foram superiores ao resultado de 66,56% de gemas não danificadas ou viáveis reportado na pesquisa de Ripoli e Ripoli (2010), o que mostra uma evolução, neste quesito, entre 2010 a 2019.

Esses resultados indicam uma qualidade superior no plantio de cana-de-açúcar quando se utiliza a plantadora automatizada (PA), e a plantadora tradicional com taxa variável (PTTV). Entretanto, essas plantadoras precisam de ajustes de velocidade de acordo com a variedade escolhida, a época

do plantio, a idade das mudas e as condições hídricas do solo, que afetam diretamente a quantidade de toletes por hectare utilizada no plantio.

O resultado do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para comparação das médias de gemas viáveis das plantadoras mostra que existe diferença significativa entre as plantadoras (valor  $p < 0,05$ ). Testando as amostras duas a duas, por meio do teste de Dunn, observou-se que o número médio de gemas viáveis da plantadora automatizada (PA), (1) e o número médio de gemas viáveis da plantadora tradicional com taxa variável (PTTV) (2), possuem diferença significativa (valor  $p < 0,05$ ). As demais combinações (PA, (1) versus PT, (3) e PTTV (2) versus PT (3), apresentam médias de gemas viáveis estatisticamente iguais.

**Figura 2.** Diferença entre as Médias dos Postos (Kruskal – Wallis).

PA: Plantadora Automatizada (1). PTTV: Plantadora Tradicional Com Taxa Variável (2) PT: Plantadora Tradicional (3).

Fonte: Amorim, Patino e Oliveira (2020)

#### 4 CONCLUSÕES

Dos três modelos de máquinas plantadoras de cana-de-açúcar avaliados neste trabalho, a de melhor desempenho em termos de consumo de mudas em toneladas por hectare; coeficiente de variação; percentual de

gemas não danificadas; desvio padrão; menor valor acima do limite superior e menor valor abaixo do limite inferior foi a plantadora tradicional com taxa variável (PTTV), prevalecendo diferenças significativas com a plantadora tradicional (PT) e com a plantadora automatizada (PA).

#### 5 REFERÊNCIAS

Associação Brasileira De Normas Técnicas. ABNT. **Catálogos**. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/>. Acesso em: 12 jun.2019

AFONSO, P. F. N.; ESPERANCINI, M. S. T.; GAVA, J. C.; BENDINELLI, W. G. Análise econômica dos sistemas de plantio mecanizados na região de Jaú. **Energiana Agricultura**, Botucatu, v. 33, n. 3, p. 252-257, jul./set. 2018.

BAKIR, S. T. A. Nonparametric shew hart-type quality control chart for monitoring broad changes in a process distribution. **International Journal Quality, Statistics Reliability**, Montgomery , v. 12, n. 10, p. 91-100, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2012/147520>

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

CASSIA, M. T.; VOLTARELI, M. A.; SILVA, R. P.; ZERBATO C. L. P. H. Monitoramento da operação de colheita mecanizada de sementes de soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 12, p. 1209-1214, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n12p1209-1214>

Companhia Nacional de Abastecimento. CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar**, Brasília, v.5, n.1, p.1-84 , 2011. Safra 2011/2012, Terceiro levantamento. Disponível:



[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11\\_12\\_08\\_11\\_00\\_54\\_08.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_12_08_11_00_54_08.pdf). Acesso em: 4 dez. 2019.

CORTEZ, J. W.; MISSIO, C. B.; BARRETO, A. K. G.; SILVA, M. D.; REIS, G. N. Quality of sugarcane mechanized planting. **Engenharia Agrícola**, Botucatu, v. 36, n. 6, p. 1136-1144, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430>

DEMATTÊ, J. A. M; DEMATTÊ, J. L. I; ALVES, E. R.; BARBOSA, R. N; MORELLI, J. Precision agriculture for sugarcane management: a strategy applied for brazilian conditions. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Londrina, v. 36, p. 111-117, 2014. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron> .Acesso em: 20 fev. 2016

KUMAR, S.; SINGH, B. R. Performance feasibility and economic viability of sugarcane planter in western Plane zone of Uttar, Pradesh. **Sugar Technology Reviews**, New Delhi , v. 14, n. 2, p. 101-108, 2012.

MARTINS, G. A.; DOMINGUES, O. **Estatística geral e aplicada**. São Paulo: Atlas, 2017.

NAIK, R. A.; ANNAMALAI, S. J. K.; NAIR, N. V.; PRASAD, N. R. Studies on mechanisation of planting of sugarcane bud chip settlings raised in portrays. **Sugar Tech**, Delhi, v. 15, n. 1, p. 27-35, 2013. DOI 10.1007/s12355-012-0187. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12355-012-0187-4> . Acesso em: 18 ago. 2017.

PUJAR, H.; BANAKAR, P. D.; VINAY, V. N.; REVANASIDDDESHWARA, V. Sugar cane bud chipping machine. **International Journal of Core Engineering & Management**, Indore, v. special. , p. 201-207, 2017. Disponível em: <http://ijcem.in/wp-content/uploads/2017/03/SUGAR-CANE-BUD-CHIPPING-MACHINE3.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2017.

RPA NEWS: **Cana e indústria**. In: Cherubin, N. Plantio mecanizado já superou o manual?. Ribeirão Preto, v.169 , nº159. p.16-19, 2015. Disponível:<https://revistarpanews.com.br/edicoes/169/flip/mobile/index.html>. Acesso: 23 set. 2017

RIPOLI, M. L. C.; RIPOLI, T. C. C. Evaluation of five sugar cane planters. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 6, p. 1110-1122, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162010000600012>

SANTOS, G. R. Produtividade na agroindústria brasileira. **Radar IPEA**, Brasília, v. 39, nº1 p.49-57. 1 2015: Disponível em:[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/4261/1/Radar\\_n39\\_produtividade.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/4261/1/Radar_n39_produtividade.pdf) . Acesso em: 03 dez.2019

SILVA, C. B.; MORAES, M. A. F. D. Inovação na indústria sucroalcooleira paulista: os determinantes da adoção das tecnologias de agricultura de precisão. 2010. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 48, n. 4, p. 543-565, 2010. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-20032010000400003&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032010000400003&lng=en&nrm=iso&tlng=pt). Acesso em: 17 dez. 2016.

STOLF, R.; BARBOSA, V. Quantidade de muda nos sulcos de plantio da cana-de-açúcar em espaçamentos convencionais e estreitos:(II) fórmulas de controle. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos**, Piracicaba, v. 9, n. 4/5, p. 11-15, 1991. Disponível em:

<[http://www.cca.ufscar.br/drnpa/hprubismar\\_ARTIGOS/65.\\_Quantidade\\_de\\_muda\\_nos\\_sulcos\\_de\\_plantio\\_da\\_cana-de-acucar.\\_II-\\_Fomulas\\_de\\_controle\\_\(Stolf,R.\).pdf](http://www.cca.ufscar.br/drnpa/hprubismar_ARTIGOS/65._Quantidade_de_muda_nos_sulcos_de_plantio_da_cana-de-acucar._II-_Fomulas_de_controle_(Stolf,R.).pdf)>. Acesso em: 25 mar. 2017.

VOLTARELI, M. A.; SILVA, R. P.; ZERBATO, C.; SILVA, V. F. A.; CAVICHIOLI, F. A. Agronomic capability of mechanized sugarcane planting. **Australian Journal of Crop Science**, Cullowheele, v. 8, n. 10, p. 1448-1460. 2014.

ZILIO, L. B.; LIMA, R. A. S. Atratividade de Canaviais Paulistas Sob a Ótica da Teoria das Opções Reais. **Revista de Economia E Sociologia Rural**, Brasília, v. 53, n. 3, p. 377-394, jul./set. 2015.