

DESEMPENHO DE EQUIPAMENTOS AUTOMATIZADOS COMPARADOS COM NÃO AUTOMATIZADOS NA OPERAÇÃO DE SULCAÇÃO NO PLANTIO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Luis Fernando Sanglade Marchiori¹
Emily Louise Perino²

1 Introdução

Segundo a ÚNICA (2015), o Brasil é hoje o maior produtor de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) do mundo, sendo que o Estado de São Paulo é responsável por 60% da produção nacional e o interior paulista é a principal região produtora.

A adoção de novas tecnologias é fundamental para que as empresas do setor possam enfrentar os desafios da competição do mercado nacional e internacional, em especial o uso das novas tecnologias de agricultura de precisão.

O interior paulista vem utilizando a agricultura de precisão na mecanização da produção canavieira, visando aumentar a produtividade e reduzir custos, melhorar a qualidade do plantio da cultura e minimizar o impacto ambiental, com compactação do solo por exemplo.

A tecnologia de agricultura de precisão que mais vem sendo utilizada na cultura da cana-de-açúcar é o piloto automático, onde os maquinários são direcionados automaticamente sobre a linha planejada de aplicação, por meio do direcionamento automático de GPS (Global Positioning System), sem requerer nenhum esforço do operador. Através desta tecnologia podemos verificar menor compactação do solo, redução da fadiga do operador, maior paralelismo entre as ruas de cana, permite a operação mesmo quando há falta de visibilidade entre outras.

O plantio é a primeira operação para se alcançar o bom desenvolvimento e lucratividade da cultura. O plantio é uma das etapas de produção da cana-de-açúcar que mais demanda conhecimento técnico e planejamento adequado, pois a decisões tomadas neste momento repercutirão por todo o ciclo da cultura.

1 Engenheiro agrônomo doutor Professor da Fatec Piracicaba – SP e diretor Técnico da Fazenda Experimental da Esalq/USP - Piracicaba SP. E-mail: sanglade.lf@hotmail.com.

2 Acadêmica do Curso Superior em Tecnologia de Biocombustíveis – Fatec Piracicaba - SP.

Sendo assim, a eficiência produtiva da cultura depende de vários fatores determinantes, como preparo de solo, adubação, plantio e colheita.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as vantagens e/ou desvantagens da tecnologia de piloto automático utilizado em máquinas agrícolas na operação do plantio de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). Essa avaliação será realizada através de experimento e revisão bibliográfica.

2 revisão bibliográfica

2.1 Plantio de cana-de-açúcar

Da forma tradicional o plantio de cana-de-açúcar é realizado por propagação vegetativa, as plantas se formam a partir da brotação das gemas. Quando não encontra restrições, a gema se torna ativa e ocorre o crescimento e desenvolvimento devido à presença de reservas nutricionais, ativação de enzimas e reguladores de crescimento (DILLEWINJ, 1952).

Buscando reduzir o risco de falhas no plantio, o agricultor comumente nos plantios manuais com estruturas vegetativas usa de 15 a 21 gemas/metro. Em termos de volume de muda, resulta em 11 a 14 t.ha⁻¹. Com o plantio mecanizado, houve um aumento na frequência de falhas e, para evitar prejuízos significativos na produtividade, o volume de mudas utilizadas aumentou, atingindo níveis superiores a 20 t.ha⁻¹. Essa prática aumenta o risco de difusão de pragas e doenças por meio da muda, dificultando o controle (LANDELL et al., 2014). No plantio de mudas pré-brotadas o volume necessário para se plantar um hectare é muito menor, em torno de uma a uma tonelada e meia por hectare.

A Implantação de uma lavoura de cana-de-açúcar envolve uma série de cuidados por se tratar de uma cultura perene. Para que a colheita, principalmente a mecanizada, seja bem sucedida é preciso atentar-se ao plantio uma vez que a longevidade do canavial depende da interação entre estas duas operações. Muitos são os fatores que interferem na qualidade do plantio, desde sua densidade, preparo de solo, época de plantio, escolha da variedade, qualidade e idade da muda, paralelismo das fileiras de plantio, entre outros.

O plantio compreende, basicamente, três etapas principais:

- Corte de mudas;
- Distribuição no sulco;
- Corte dos colmos em pedaços menores, dentro do sulco;
- Cobertura.

Porém, antes de realizar a distribuição das mudas nos talhões, muitas variáveis devem ser levadas em consideração, como:

a) Amostragem do solo para fins de fertilidade

Assim que terminar a sistematização do terreno, o produtor deve coletar amostras de solo em cada talhão para análise com vistas às operações de correção do solo e adubação. Sendo determinações físicas e químicas.

b) Escolha do cultivar e sanidade das mudas

É muito importante que, antes do plantio, o produtor escolha a cultivar que se adapta às características do local onde sua propriedade está estabelecida, com o objetivo de melhorar o aproveitamento dos recursos naturais e, conseqüentemente, aumentar a produtividade. Daí a importância de certificar-se se a cultivar escolhida é resistente às principais moléstias que podem ocorrer em canaviais. Após a escolha do cultivar, é importante, ainda, que o produtor verifique a procedência das mudas escolhidas, se são sadias e da variedade adequada.

c) Épocas de plantio

A escolha adequada da época de plantio é fundamental para o bom desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar, que necessita de condições climáticas ideais para se desenvolver e acumular açúcar. Para seu crescimento, a cana necessita de alta disponibilidade de água, temperaturas elevadas e alto índice de radiação solar. A cultura pode ser plantada em três épocas diferentes: sistema de ano-e-meio, sistema de ano e plantio de inverno.

c.1) Sistema de ano-e-meio (cana de 18 meses): A cana-de-açúcar é plantada entre os meses de janeiro e março. Nos primeiros três meses, a planta inicia seu desenvolvimento e, com a chegada da seca e do inverno, o crescimento passa a ser muito lento durante cinco meses (abril a agosto), vegetando nos sete meses subsequentes (setembro a abril), para, então, amadurecer nos meses seguintes, até completar 16 a 18 meses. Este período (janeiro a março) é considerado ideal para o plantio da cana-de-açúcar, pois apresenta boas condições de temperatura e umidade, garantindo o desenvolvimento das gemas. Essa condição possibilita a brotação rápida, reduzindo a incidência de doenças nos toletes.

c.2) Sistema de ano (cana de 12 meses): Em algumas regiões, a cana-de-açúcar pode ser plantada no período de outubro a novembro. Esse sistema de plantio precisa ser utilizado de forma restrita, pois apresenta as seguintes vantagens e desvantagens:

Vantagens:

- Quando se tem grandes áreas para plantio, uma segunda época de plantio facilita o gerenciamento e otimiza a utilização de máquinas e de mão de obra, que ficam subdivididas entre o período de plantio de cana de ano-e-meio e cana de ano.

Desvantagens:

- Menor produtividade que a cana de 18 meses, uma vez que a cana de ano tem apenas sete ou oito meses de crescimento efetivo (um verão);
- O preparo do solo para o plantio da cana de ano pode ser dificultado, uma vez que há pouco tempo para o preparo, incorporação do calcário e de outros corretivos etc. Logo após a colheita anterior é necessário arrancar as soqueiras para um novo plantio. Com o início da estação chuvosa, ocorrem poucos dias úteis para operações agrícolas e, se a área de plantio for muito grande, é necessária elevada quantidade de mão de obra nesse período;
- Em algumas situações e para variedades floríferas, a utilização de inibidores de florescimento pode ser necessária.

c 3) Plantio de inverno

Com o uso da torta de filtro que contém cerca de 70 a 80% de umidade,

aplicada no sulco de plantio, é possível plantar a cana-de-açúcar mesmo no período de estiagem. A torta fornece a umidade necessária para a brotação. Se ainda for feita uma fertirrigação com vinhaça, ou mesmo irrigação, o plantio da cana pode ocorrer praticamente o ano todo.

d) Espaçamento e profundidade

Escolher um espaçamento adequado é de fundamental importância, já que possibilita a otimização de atividades como o uso intensivo de máquinas e colheita.

O espaçamento adequado contribui para o aumento da produção, pois interfere favoravelmente na disponibilização de recursos como luz, água e temperatura – variáveis consideradas determinantes para que haja aumento de produção. O espaçamento do plantio deve variar de acordo com a fertilidade do terreno e as características da variedade recomendada. No caso da cana-de-açúcar, o espaçamento entre sulcos pode variar de um metro a 1,8 metros, com as seguintes recomendações:

- A profundidade do sulco deve variar entre 20 e 30 centímetros;
- Em solos arenosos, espaçamentos mais estreitos como 1 metro ou 1,20 metros são mais indicados, pois permitem que o fechamento da entrelinha ocorra mais rapidamente, facilitando o controle do mato. Se a colheita for mecanizada, o espaçamento deve ser de ao menos 1,5 metros para evitar o pisoteamento e a compactação das linhas de cana pelas rodas das máquinas.
- Em solos férteis, o espaçamento mais comum é de 1,5 metros;
- Espaçamento uniforme: quando a distância entre os sulcos de plantio é constante em toda a área plantada;
- Espaçamento combinado: quando num mesmo talhão combinam-se faixas de espaçamento uniforme com faixas de espaçamento alternado, a fim de propiciar condições para o controle do tráfego. Para a cultura da cana é comum o chamado espaçamento abacaxi, onde duas linhas de cana são plantadas a 0,30 centímetros de distância uma da outra, com espaçamento da entrelinha de 1,50 metros, num total de 1,80 metros. Existe, também, o plantio com sulcos largos. Neste caso, o sulcador faz o sulco com base larga, permitindo o plantio de mudas para formar uma linha dupla. O espaçamento total é também de 1,80 metros.

e) Quantidade necessária de mudas

A quantidade necessária de mudas varia entre dez e 15 toneladas por hectare. Quando a época de plantio é adequada e a qualidade da muda está adequada, pode-se optar por menores quantidades de mudas.

As mudas são canas jovens, com oito a dez meses, plantadas em condições controladas, bem fertilizadas, com controle de pragas e doenças. É necessária a distribuição de ao menos 12 gemas por metro de sulco. Para o plantio em épocas de estiagem, é necessário dar preferência para densidade de 15 a 18 gemas por metro.

f) Operação de plantio

Uma vez seguidas todas as recomendações de preparo da área que irá receber as mudas, deve-se fazer o plantio. Como a cana-de-açúcar é uma cultura perene, o plantio é a ocasião de preparar o solo criteriosamente para o cultivo da cana que ocorrerá nos cinco ou seis anos subsequentes. É a oportunidade de aplicar calcário para correção do solo e controlar pragas como cupins, migdolus e plantas daninhas.

2.2 Sulcação

A sulcação é realizada por um equipamento agrícola denominado sulcadores, cujo objetivo é revolver a terra abrindo sulcos de profundidade de 25 a 30 cm, dependendo da gestão de cada empresa. Durante a sulcação pode ser feita a adubação e a aplicação de inseticidas se for necessário. A Figura 1 mostra a sulcação sendo feita com o auxílio de um marcador (haste lateral que marca o chão no espaçamento desejado). Esse sistema evita que o sulcador tenha que remontar o sulco anterior para manter o paralelismo.



Fonte: (Do Autor, 2016)

Figura 1. Demonstração de equipamento agrícola sulcador abrindo sulco em terreno.

2.3 Agricultura de precisão

Segundo Molin (2008) a agricultura de precisão é onde se permite fazer em grandes áreas o que os pequenos produtores já fazem. Analisar caso a caso a sua área como heterogênea, sem inutilizar o conhecimento acumulado da ciência agrária atualmente. Para isso, às vezes é necessária a automatização, dependendo de tecnologias modernas como o sistema GPS (Global Positioning System) em máquinas agrícolas e até mesmos sensores.

A agricultura de precisão, conhecida também como AP, condiz com um conjunto de maneiras e métodos onde se permitem a otimização e o gerenciamento de culturas onde se tem por objetivo a máxima eficiência (MOLIN, 2008).

2.4 Agricultura de precisão no setor sucroenergético.

A introdução dessa tecnologia em todas as usinas do país é uma questão de tempo, já que para manter-se no mercado sucroenergético, que é um mercado muito competitivo é necessário o aumento da produtividade e melhoramento da qualidade da cana.

Os produtores de cana-de-açúcar vêm buscando tecnologias agrícolas que apresentem resultados positivos, para maximizar os lucros e minimizar os impactos ambientais (MOLIN, 2008).

A adoção da agricultura de precisão se ajusta a alguns propósitos, pois exigem informações espacializadas e precisas da produtividade da cultura, além das características do meio ambiente. A AP trabalha com a não uniformização das lavouras e solo, gerando uma justificativa para utilização do sistema na cultura da cana-de-açúcar.

De acordo com Molin (2008), com a agricultura de precisão você trata cada solo ou cultura de acordo com suas necessidades, sem aplicações de insumos ou tratamentos desnecessários. Os pilotos automáticos também vêm apresentando resultados na cultura da cana de açúcar, no alinhamento dos sulcos, com erros de paralelismo bastante reduzidos quando comparados a prática tradicional.

De acordo com Silva (2010), uma pesquisa realizada pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) mostrou que 56% das usinas e destilarias cadastradas pela União dos Produtores de Bioenergia (UDOP) do Estado de São Paulo adotam a agricultura de precisão, com imagens de satélites. As empresas que utilizam a AP apresentam com grandes dificuldades ou obstáculos para a implementação, os fatores como a falta de pessoas qualificadas, o elevado custo da tecnologia a escassez de serviços técnicos. O uso de imagens de satélites chega a 76%, o piloto automático a 39%, a aplicação de insumos a taxa variável de 29%.

Ainda assim, as empresas declararam que nos próximos cinco anos a expansão desta tecnologia aumentará.

2.5 Piloto Automático

O piloto automático conforme a John Deere (2015) é um sistema de direcionamento automático via satélite. Opera em reta ou em curva e é extremamente preciso, pois não tem a interferência do operador. Direciona automaticamente o equipamento sobre uma linha planejada de aplicação através do acionamento automático do comando da direção. O piloto automático é um sistema de navegação onde o operador somente necessita realizar as manobras de cabeceira (extremidades).

De acordo com a empresa Trimble (2013) a tecnologia de direcionamento de piloto automático RTK (Real Time Kinematic) teve um grande crescimento no setor sucroalcooleiro, onde tem como a principal vantagem fornecer a maior acurácia no posicionamento das máquinas, com o menor erro de paralelismo.

Segundo Silva (2010) com a grande extensão de cultivos de canaviais nos estados as empresas vêm procurando no mercado algo que aumentem a produtividade em toneladas por hectare. Uma das grandes ferramentas que se

enquadra e ganha destaque no mercado com o conceito de agricultura de precisão é o direcionamento automático de máquinas em campo, através de sistemas com Piloto Automático (Auto Pilot) o qual utiliza sinais de satélites.

Muitas Usinas já vêm trabalhando nas safras e entressafra com o sistema de direcionamento via satélites, principalmente com o piloto automático para grandes atividades onde exigem orientação, sendo algumas delas o plantio mecanizado, preparo de solo localizado e até mesmo na colheita da cultura.

O sistema de piloto automático é acoplado ao sistema hidráulico da máquina onde existe um monitor e através dele são realizadas todas as operações do equipamento (Marcação de linhas, calibração, operação, etc.). Uma antena receptora tem a função de receber e corrigir o sinal dos satélites. Uma NAV Controller (controlador de navegação) tem a função de coordenar as informações recebidas pelo rádio, processando e enviando para o sistema hidráulico as informações. Um sensor de roda tem a função de captar o movimento da barra de direção do trator.

A operação de plantio e colheita está diretamente influenciada pelo paralelismo e espaçamento das ruas para que haja maior produtividade e longevidade do canavial.

Devido a esses grandes fatores as tecnologias de direcionamento automático estão ganhando grandes espaços no setor sucroalcooleiro, pois elas ajudam para a diminuição de desperdício e redução de custos.

O uso de piloto automático nas operações mecanizadas da cana-de-açúcar deve-se a vários fatores. Com o auxílio do sistema o operador terá uma menor fadiga podendo prestar maior atenção na máquina, aumentando seu rendimento que automaticamente aumentará o rendimento da máquina, pois a mesma poderá trabalhar no período noturno sem perder a qualidade da operação (OLIVEIRA, 2009).

2.6 Plantio de cana-de-açúcar com sistema GPS

O sistema de piloto automático no plantio de cana-de-açúcar pode ser uma ótima ferramenta podendo anular os marcadores de linha de plantio, pois com o sistema a partir que você marcou a primeira linha seja reta ou curva no monitor que estará instalado dentro da cabine e aparecerão as paralelas perfeitas que você deve seguir. Com isso o trator seguirá automaticamente as linhas a serem trabalhadas sem que seja necessário o operador colocar as mãos ao volante, diminuindo assim erros de operação. O operador somente deverá assumir a direção para manobrar no final de cada linha (TRIMBLE, 2015).

Segundo Baio e Moratelli (2001) a cultura da cana-de-açúcar é perene, podendo ter vários ciclos. Após o corte da colheita ela brota e cresce novamente. Com o sistema de piloto automático nas máquinas estas operações de plantio e colheita podem ser executadas com melhor qualidade, um controle de tráfego melhor sem pisoteio das ruas. Quanto maior os danos na cultura, menor o rendimento necessitando até de um replantio ou renovação na cultura. Se as operações forem feitas corretamente onde haverá menor compactação da cana plantada, pode ocorrer vários ciclos deste canavial.

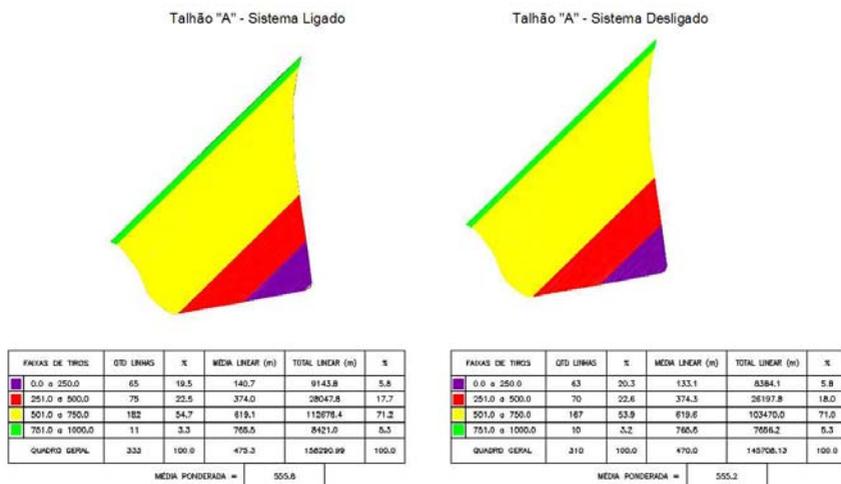
3 Metodologia

No presente trabalho será avaliado a acurácia do sistema de piloto automático na operação de plantio, através de auditorias de campo, artigos científicos, visando avaliar espaçamentos, rendimento de área, paralelismo, vantagens e desvantagens do sistema GPS.

Este estudo foi conduzido em uma área de produção agrícola de uma Usina, localizado no município de Iracemápolis – SP. O ambiente de produção da região estudada é classificado como E. A área do estudo foi composta por dois talhões (A e B) com diferentes declividades, uma delas com relevo plano (1,5%) e outra com relevo suave ondulado (5%) respectivamente, em ambas áreas foram avaliadas o paralelismo da sulcação de plantio da cana-de-açúcar. As avaliações foram realizadas nas seguintes situações: equipamentos com sistema de piloto automático ligado e desligado. A máquina utilizada para tracionar a plantadora foi um Trator Case IH modelo MX240. Foi utilizado um sistema de piloto automático hidráulico acoplado ao trator com correção RTK da marca CASE IH AFS Pro700, para direcionar o trator durante a operação da abertura dos sulcos de plantio.

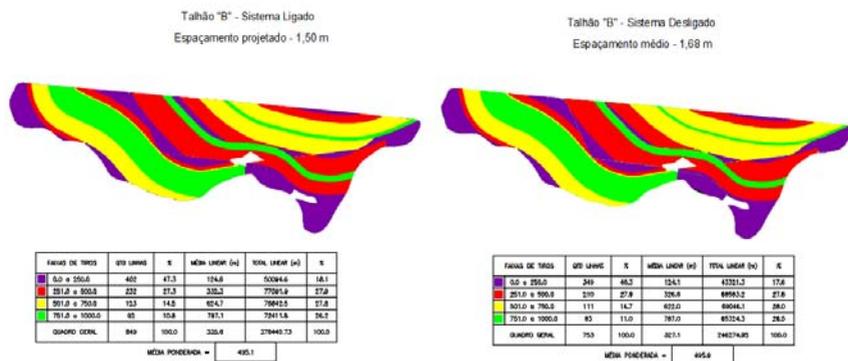
Para análise dos dados coletados foram utilizados os softwares AFS CASE IH, Arc GIS e AutoCad e AgroCad. O talhão "A" tinha uma média de 333 sulcos, com uma média aproximadamente de 475 m de comprimento e o talhão "B" tem uma média de 849 sulcos, com uma média aproximadamente de 325 m comprimento.

Para análise da acurácia do sistema, consideramos o espaçamento entre sulcos de 1,50m que é o adotado no projeto de plantio de cana em escritório.



Fonte: (Do Autor, 2016)

Figura 2. Talhão estudado "A", resultados obtidos pelo software AgroCad.



Fonte: (Do Autor, 2016)

Figura 3. Talhão estudado "B", resultados obtidos pelo software AgroCad.

4 Análise dos resultados

O Quadro 1 exibe os resultados da análise descritiva e o teste de normalidade para as distâncias entre passadas obtidas no talhão A – de relevo plano, com o sistema de piloto automático ligado e desligado.

Plantio sistema ligado X Plantio sistema desligado		
Parâmetros	Ligado	Desligado
Espaçamento médio	1,53	1,58
Espaçamento plantado Real	1,50	1,58
Área (hectares)	23,82	23,82
Sulcos totais.	333	310
Metros lineares (programado)	158291	158291
Metros lineares (Real)	158291	145708
Diferença Real x Planejado	0	-8%

Quadro 1. Análise descritiva e teste de normalidade para os valores de distâncias entre passadas do talhão A com sistema ligado e desligado.



Fonte: (Do Autor, 2016)

Figura 4. Talhão "A" com Piloto Ligado na operação de plantio.



Fonte: (Do Autor, 2016)

Figura 5. Talhão "A" com piloto desligado na operação do plantio.

Os valores do espaçamento médio, espaçamento real, metros lineares (programado e real) foram menores para o tratamento da área com piloto ligado, confirmando conforme vários estudos na literatura, no qual apontam que a operação de abertura do sulco de plantio obteve um resultado mais homogêneo no paralelismo entre sulcos em relação ao desligado. O Quadro 2 exibe os resultados relativos a acurácia e a precisão, obtidos no plantio da cana-de-açúcar no talhão A.

Plantio sistema ligado X Plantio sistema desligado		
Parâmetros	Ligado (m)	Desligado (m)
Média	1,53	1,58
Acurácia	0,05	0,09

Quadro 2. Média e acurácia da distância entre passadas para o talhão "A"

Os resultados exibidos pelo Quadro 2 indicam que a acurácia para o tratamento da área com o sistema desligado foi de 15 cm, enquanto no tratamento da área com o sistema ligado foi de apenas 5 cm, o que evidencia novamente que o sistema de piloto automático proporcionou uma melhora no paralelismo da operação de sulcação no plantio. O quadro 3 exibe os resultados da análise descritiva e o teste de normalidade para a distância entre passadas obtidas no talhão "B", com o sistema de piloto automático ligado e desligado.

Plantio sistema ligado X Plantio sistema desligado		
Parâmetros	Ligado	Desligado
Espaçamento médio	1,56	1,62
Espaçamento plantado Real	1,50	1,62
Área (hectares)	41,42	41,42
Sulcos totais.	849	753
Metros lineares (programado)	276440	276440
Metros lineares (Real)	276440	246774
Diferença Real x Planejado	0	10,5%

Quadro 3. Análise descritiva e teste de normalidade para os valores de distâncias entre passadas do talhão B com sistema ligado e desligado.



Fonte: (Do Autor, 2016)

Figura 6. Talhão "B" com piloto ligado na operação de plantio.



Fonte: (Do Autor, 2016)

Figura 7. Talhão "B" com piloto desligado na operação de plantio mostrando irregularidade na sulcação.

Os valores do espaçamento médio, espaçamento real, metros lineares (programado e real) foram menores para o tratamento da área com piloto ligado, confirmando, conforme vários estudos na literatura, no qual apontam que a operação de abertura do sulco de plantio obteve um resultado mais homogêneo no paralelismo entre sulcos em relação ao desligado em áreas com declividade maior.

O Quadro 4 exibe os resultados relativo a acurácia e a precisão obtidos no plantio de cana-de-açúcar no talhão "B".

Plantio sistema ligado X Plantio sistema desligado		
Parâmetros	Ligado (m)	Desligado (m)
Média	1,56	1,62
Acurácia	0,10	0,18

Quadro 4. Média e acurácia da distância entre passadas para o talhão "B"

As acurácias encontradas para ambos os tratamentos, com e sem piloto, foram muitos distintos num relevo mais acentuado, no qual acabou contribuindo de forma menos acentuada para a melhoria do paralelismo, porém, isso é devido ao equipamento que escorrega em uma frequência maior devido ao peso, mas mesmo assim podemos perceber que a tecnologia ainda assim é mais vantajosa.

5 Discussão

Nos próximos anos teremos o grande desenvolvimento da mecanização aliada à automação. Além da eficiência das máquinas, será priorizada a qualidade das operações. As plantadoras trabalharão com taxas variáveis de aplicação de fertilizantes, e permitirão também a aplicação de outros insumos, como o gesso ou calcário. As colhedoras terão acessórios diferenciados para a colheita de mudas de cana, com sistemas que visem não danificar as gemas.

Paralelismo próximo do perfeito e alinhamentos do plantio com espaçamento pré-determinado estão entre as vantagens da utilização desse equipamento.

Com ele, a velocidade de operação de plantio fica maior, já que o operador não fica preso ao trator, podendo melhorar as manobras de cabeceira a partir de certos planejamentos. Isso também causa menos estresse, aumentando, portanto, o rendimento operacional e a economia de combustível.

Outro benefício do equipamento é a geração de um arquivo georreferenciado do percurso que, posteriormente, no qual será utilizado pela colhedora, impedindo que os operadores se percam no eito, fato comum em colheitas noturnas, reduzindo ainda o pisoteio.

O espaçamento irregular entre sulcos é obtido na operação de sulcação ou plantio mecanizado ou manual e gera dificuldades para todas as operações subsequentes de um canavial, afetando todo o processo produtivo. Na reforma

dos canaviais, a irregularidade no espaçamento aparece como a causa dos efeitos na operação de eliminação mecânica da soqueira, gerando falhas no arranquio.

Durante o plantio, é gerada uma redução do estande, e nas operações de cultivo tríplice, colheita e aplicação de herbicidas, o alinhamento das máquinas é afetado.

As máquinas e implementos trabalham com espaçamento fixo se as fileiras estão desalinhadas e fora dos limites de tolerância especificados, as dificuldades nas operações serão evidentes, como o pisoteio das fileiras e as falhas na pulverização.

Segundo Baio e Antuniassi (2011), em uma avaliação de acurácia de direcionamento de campo com piloto automático realizado na operação de sulcação de plantio de cana-de-açúcar o uso de RTK chegou a oferecer uma acurácia de 3 cm entre as passadas. Outros estudos na literatura demonstram também que com a utilização de piloto automático na colheita noturno de cana, foi possível aumentar a qualidade das passadas nas linhas.

Relata-se também que o piloto automático reduz sobreposições e falhas na aplicação, pode também elevar a velocidade operacional, possibilita maior acurácia na aplicação de insumos e eleva o tempo disponível para a operação.

Com os resultados apresentados neste estudo percebemos uma diferença na acurácia dos talhões A e B com tecnologia piloto automático ligado e/ou desligado, sendo ela aproximadamente de 50%. Porém, essa diferença não é devida à ineficiência da tecnologia e sim ao tipo de declividade do terreno acima de 5% no caso do talhão "B", peso da máquina no qual escorrega devido a declividade, portanto é difícil o trator se manter na linha planejada o tempo todo.

Os resultados do espaçamento médio do talhão "A" com a tecnologia ligada foram bastante significativos quando comparadas com a tecnologia desligada. O espaçamento na maioria das vezes se manteve no planejado que era de 1,50 m entre linhas e com isso o canavial vem a ter maior longevidade e qualidade. Não podemos esquecer também que a declividade do terreno também colaborou neste caso, pois a área era praticamente plana, não ocorrendo assim o deslizamento do trator na hora da operação.

Considerações finais

Conclui-se com esse trabalho que o uso de tecnologias de Agricultura de Precisão, em especial o piloto automático nas operações de sulcação de plantio da cana-de-açúcar, é extremamente necessário para um melhor paralelismo, qualidade de plantio, aproveitamento do solo e maior longevidade do canavial. Como ainda um dos principais problemas da cana é o pisoteio em soqueiras, durante a colheita, plantio, aplicação de torta de filtro, etc., o piloto automático é uma ferramenta capaz de controlar esse tráfego de máquinas na lavoura, diminuindo a compactação na área da soqueira da cana, melhorando a qualidade e a quantidade da cana colhida.

Outra vantagem no uso de Piloto Automático é o aumento da capacidade operacional das máquinas e a diminuição da fadiga do operador ao realizar suas tarefas.

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 de cana-de-açúcar. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 367-375, mar./abr. 2011.
- BAIO, F.H.R.; ANTUNIASI, U.R Metodologia para ensaio de sistemas de direcionamento via satélite em percursos retos e curvos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, Campina Grande, v. 5, p. 357-360, 2001.
- DILLEWIJN, V.C. **Botânica da cana-de-açúcar**. Waltham: The Chronica Botanica, 1952.
- JOHN DEERE. **AMS: soluções em gerenciamento agrícola**. 2015. Disponível em: <https://www.deere.com.br/wps/dcom/pt_BR/products/equipment/agriculture_management_solutions/guidance_system/guidance_system.page?>. Acesso em: 28 mar. 2015.
- LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P.; XAVIER, M. A.; ANJOS, I. A. dos; DINARDO-MIRANDO, L. L.; SCARPARI, M. S.; GARCIA, J. C.; BIDÓIA, M. A. P.; SILVA, D. N. da; MENDONÇA, J. R. de; KANTHACK, R. A. D.; CAMPOS, M. F. de; BRANCALIANO, S. R.; PETRI, R. H.; MIGUEL, P. E. M. **Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas**. Campinas: IAC, 2012. (Documentos, 109).
- MOLIN, J.P, SALVI, J.V; POVH, F.P; MACHADO, T.M MENEGATTI, L.A. Avaliação do paralelismo, alinhamento e espaçamento entre fileiras de cana-de-açúcar em plantio mecanizado realizado com piloto automático. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2008, Piracicaba. **Anais eletrônicos...** Piracicaba: ESALQ – USP,2008 1 CD-ROM.
- SILVA, F.C.S. **Avaliações para estudo de viabilidade de implantação de tecnologias de auto direcionamento em operações mecanizadas em uma usina de cana de açúcar**. Piracicaba, 2010.
- OLIVEIRA, T.C.A. **Estudo sobre desempenho de sistemas de piloto automático em tratores**. Piracicaba, 2009.
- TRIMBLE, G. 2013. Disponível em: <<http://www.trimble.com/agriculture/guidance.aspx>>. Acesso em: 04 abr. 2015.
- UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA DE AÇÚCAR, 2015. Disponível em: <<http://www.unicadata.com.br/>>. Acesso em: 04 abr. 2015.

Referência consultada

- BALASTREIRE, L.A.; ELIAS, A.I; AMARAL, J.R. Agricultura de precisão: mapeamento da produtividade da cultura do milho. **Engenharia Rural**, v. 8.p. 97-111,1997.