

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

QUALIDADE DA OPERAÇÃO DE PLANTIO MECANIZADO
DE CANA-DE-AÇÚCAR EM SISTEMA MEIOSI

RAFAEL HENRIQUE DE FREITAS NORONHA

Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Maio de 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

QUALIDADE DA OPERAÇÃO DE PLANTIO MECANIZADO DE
CANA-DE-AÇÚCAR EM SISTEMA MEIOSI

Rafael Henrique de Freitas Noronha

Orientador: Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva

Co-orientador: Prof. Dr. David Luciano Rosalen

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Mai de 2012

N852q Noronha, Rafael Henrique de Freitas
Qualidade da operação de plantio mecanizado de cana-de-açúcar em sistema meiosi / Rafael Henrique de Freitas Noronha. – Jaboticabal, 2012
xv, 38 f.: il.; 28 cm

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011
Orientador: Rouverson Pereira da Silva
Co-orientador: David Luciano Rosalen
Banca examinadora: Carlos Eduardo Angeli Furlani, Alberto Carvalho Filho.
Bibliografia

1. *Saccharum officinarum*. 2. Plantadora. 3. Meiosi. 4. Desempenho operacional. 5. Controle estatístico de processo. I. Título. II. Jaboticabal - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.33:633.61

BIOGRAFIA DO AUTOR

Rafael Henrique de Freitas Noronha, filho de Genival Clementino de Noronha e Ruth de Freitas, nasceu em Tupã, São Paulo, no dia 30 de maio de 1986. Coursou o ensino fundamental e médio na cidade de Jaboticabal – SP, no período compreendido entre 1993 e 2003. Em março de 2004 iniciou o curso de Graduação em Engenharia Agrônômica na Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal, e em janeiro de 2008 até fevereiro de 2009 realizou o intercâmbio graduação-sanduiche pelo Programa BRAFAGRI - Brasil França Agricultura, concluindo a graduação em fevereiro de 2010. Durante a vida acadêmica realizou estágios em Tecnologia, Nutrição de plantas, Solos, Produção Vegetal e Máquinas Agrícolas, desenvolvendo diversos trabalhos de Iniciação Científica. Ingressou no curso de Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal), também pela Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal, em março de 2010, participando de projetos de pesquisa em parceria com instituições públicas e privadas, além de participar da co-orientação de alunos da graduação. Atualmente atua como Engenheiro Agrônomo na Usina ETH Bioenergia, na cidade de Teodoro Sampaio – SP. Em maio de 2012 submeteu-se ao exame final para obtenção do título de Mestre em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal.

*O futuro pertence àqueles que acreditam na
beleza de seus sonhos.*

Roosevelt.

OFEREÇO

Aos meus pais,

Genival Clementino de Noronha e Ruth de Freitas, por terem me concedido a vida, pelo amor, compreensão e ensino de um grande mandamento:

“Instrua ao menino o caminho em que deve andar, e até quando envelhecer não se desviará dele.”

Provérbio 22 : 6

Ao meu irmão,

Renan Augusto de Freitas Noronha

Aos meus avôs (ós),

Lourival e Lica

José (*in memorian*) e Maria

Ao meu grande amor

Larissa Fernanda Simielli Fonseca, por sempre estar ao meu lado.

E a toda a minha Família.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por sempre iluminar o meu caminho, por me dar forças nos momentos mais difíceis da minha vida, por tudo que conquistei e ainda irei conquistar, e pela fé que move e anima nossas vidas para que sempre estejamos aptos a enfrentar novos desafios e compromissos.

À Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, em especial ao Departamento de Engenharia Rural.

Ao amigo e orientador Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva pela dedicação, paciência e pelo exemplo de orientador que é, oferecendo aos alunos não só o suporte necessário para elaboração de trabalhos científicos, mas também a amizade.

Ao Co-orientador Prof. Dr. David Luciano Rosalen, por todo apoio oferecido.

À ETH, em especial ao ex-coordenador de produção agrícola Ricardo Mamede, que me escolheu, e forneceu as condições necessárias para minha experiência profissional.

Ao gerente e amigo Rogério Germino, por toda compreensão e apoio necessário para a conclusão desta dissertação.

A todos os funcionários, alunos e estagiários do LAMMA (Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola), que formam sem dúvida uma das equipes mais produtivas da UNESP Jaboticabal, em especial a equipe que tornou esse projeto realidade, sem a qual seria impossível a coleta de todos os dados:

Carlos Alessandro Chioderoli, Ariel Compagnon, Fábio Alexandre Cavichioli, Marcelo Tufaile Cassia e Rafael Scabello Bertonha.

Aos meus professores, que ao longo de minha vida acadêmica, compartilharam comigo seus conhecimentos, tornando possível a minha formação.

Aos amigos Jovens Parceiros da ETH – Pólo São Paulo: Arcanjo, Jorge, Warley, Eduardo, Willem, Daniel, Marina, Marcelo, Glauco, Rodrigo, Albert, Diego e Ulisses.

Aos grandes amigos Edvaldo Pereira Santos, Carlos Chioderoli e André Luiz Araújo Filho, pessoas que considero muito, e que lembrarei por toda a vida.

A todos aqueles que estiveram presentes nesta inesquecível fase de minha vida, compartilhando todos os momentos, bons ou ruins, mas que foram essenciais para minha formação acadêmica e pessoal.

A vocês, meu muito obrigado.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para que eu concluísse
esta dissertação,

Dedico.

ÍNDICE

Conteúdo	Pág.
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE TABELAS	xiv
RESUMO.....	xv
SUMMARY	xvi
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Colheita de mudas de cana-de-açúcar	3
2.2 Plantio mecanizado de cana-de-açúcar.....	3
2.2.1 Plantio mecanizado Sistema Meiosi	4
2.3. Controle de qualidade em operações agrícolas	5
3 MATERIAL E MÉTODOS	6
3.1 Equipamentos utilizados	6
3.2 Parâmetros avaliados	8
3.2.1 Qualidade da colheita de mudas.....	8
3.2.2 Desempenho da colhedora de mudas	10
3.2.3 Qualidade do plantio mecanizado.....	10
3.2.3.1 Número de rebolos por metro	11
3.2.3.2 Número total de gemas.....	11
3.2.3.3 Porcentagem de gemas inviáveis	11
3.2.3.4 Cobertura de rebolos	11
3.2.3.5 Profundidade dos sulcos.....	11
3.2.3.6 Espaçamento entre sulcos	12
3.2.3.7 Massa dos rebolos	12
3.2.3.8 Comprimento dos rebolos.....	12
3.2.4 Desempenho dos conjuntos trator-plantadora.....	12
3.3 Avaliação da brotação	12
3.4 Determinação dos atributos físicos e químicos do solo	13
3.5 Análise estatística	14
3.5.1 Estatística descritiva.....	14

3.5.2 Controle estatístico de qualidade	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5 CONCLUSÕES	32
6 REFERÊNCIAS.....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
Figura 1. Vista geral da área experimental da usina.	6
Figura 2. Máquinas utilizadas no experimento: a) trator CASE Magnum 240; b) colhedora Case A7700.	7
Figura 3. Croqui da área experimental, com a distribuição das parcelas.	7
Figura 4. Estrutura das cartas de controle.	15
Figura 5. Carta de controle para variáveis relacionadas ao desempenho operacional do conjunto trator plantadora I: rotação do motor (a), pressão de óleo (b), temperatura do motor (c), temperatura hidráulica (d), patinagem (e), erro de cruzamento da linhas do GPS (f).	28
Figura 6. Carta de controle para variáveis relacionadas ao desempenho operacional do conjunto trator plantadora II: rotação do motor (a), pressão de óleo (b), temperatura do motor (c), temperatura hidráulica (d), patinagem (e), erro de cruzamento da linhas do GPS (f).	29
Figura 7. Carta de controle para variáveis relacionadas ao desempenho operacional da colhedora: rotação do motor (a), pressão de óleo (b), temperatura do motor (c), temperatura hidráulica (d), pressão do picador (e).	30
Figura 8. Gráfico perfilhamento (a) e altura de planta (b) aos 30, 60, 90 DAP.	31

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela	Pág.
Tabela 1. Classificação dos danos causados aos colmos após a colheita mecanizada.....	10
Tabela 2. Estatística descritiva das variáveis biométricas do plantio de cana-de-açúcar nas velocidades de 4,0; 5,0 e 6,0 km h ⁻¹	17
Tabela 3. Padrões de qualidade estabelecidos pela usina.	18
Tabela 4. Estatísticas descritivas das variáveis da colheita muda de cana-de-açúcar nas velocidades de 4, 5 e 6 km h ⁻¹ para os dois conjuntos mecanizados.	19
Tabela 5. Estatísticas descritivas das variáveis de desempenho operacional da colhedora nas velocidades de 4, 5 e 6 km h ⁻¹	20
Tabela 6. Estatísticas descritivas das variáveis de desempenho operacional do plantio de cana-de-açúcar nas velocidades de 4, 5 e 6 km h ⁻¹ para os dois conjuntos mecanizados.....	22
Tabela 7. Valores médios de perfilhamento, altura de plantas e quantidade de falhas avaliados aos 30, 60 e 90 DAP e falha no plantio.	23
Tabela 8. Valores médios de teor de água (%), RMSD (MPa), macroporosidade (m ³ m ⁻³), microporosidade (m ³ m ⁻³), porosidade total (m ³ m ⁻³) e densidade (Mg m ⁻³) avaliados na camada de 0,0 - 0,10 m, 0,10 - 0,20 m e 0,20 - 0,30 m em função das velocidades de deslocamento de 4, 5 e 6 km h ⁻¹	24
Tabela 9. Valores médios dos parâmetros químicos do solo, avaliados na camada de 0,0 - 0,20 m do plantio de cana-de-açúcar nas velocidades de 4, 5 e 6 km h ⁻¹	25

QUALIDADE DA OPERAÇÃO DE PLANTIO MECANIZADO DE CANA-DE-AÇÚCAR EM SISTEMA MEIOSI

RESUMO

O sistema meiosi (método inter-ocupacional ocorrendo simultaneamente) é uma forma de renovação de canaviais que tem ganhado importância como meio de se reduzir os custos de produção, por meio de rotação com a soja. Neste sistema, pressupõe-se que a realização conjunta da colheita e do plantio de mudas, possa afetar a qualidade dessas operações. Partindo desta premissa, este trabalho foi desenvolvido em área de produção de cana-de-açúcar no município de Pradópolis - SP, com o objetivo avaliar a qualidade operacional do plantio mecanizado de cana-de-açúcar em sistema meiosi, utilizando-se de ferramentas do controle estatístico de processo. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em faixas, com 3 tratamentos (velocidades de deslocamento dos conjuntos mecanizados de 4, 5 e 6 km h⁻¹) e 10 repetições. Foram avaliados parâmetros biométricos relacionados ao plantio e à colheita de mudas, ao desempenho dos conjuntos mecanizados, e também os resultados de brotação do canavial aos 30, 60 e 90 dias após o plantio. O controle estatístico mostrou ser uma importante ferramenta para monitorar o comportamento das variáveis analisadas, sendo uma maneira de se aprimorar o controle das variáveis no processo de plantio. Os processos foram considerados instáveis quando avaliadas as variáveis biométricas do plantio, em que a velocidade de 4,0 km h⁻¹ apresentou maior variabilidade seguida das velocidades de 5,0 km h⁻¹ e 6,0 km h⁻¹. O aumento de 50% na velocidade no sistema meiosi não afetou a qualidade da operação de plantio, sendo possível trabalhar nas velocidades de até 6,0 km h⁻¹ para se obter maior capacidade de campo operacional.

PALAVRAS-CHAVE: *Saccharum officinarum*, plantadora, colheita de mudas, desempenho operacional, controle estatístico de processo.

QUALITY OF OPERATION OF MECHANIZED PLANTING OF SUGARCANE IN THE MEIOSI SYSTEM

SUMMARY

The system MEIOSI (methods Interocupacional Occurring Simultaneously) is a new form of sugarcane renewal that has gained importance as a means to reduce production costs, by crop rotation with soybeans. Therefore, this work was developed in the area production of sugarcane in the municipality of Pradópolis - SP, to evaluate the operational quality of mechanized planting of sugarcane meiosi system, using tools the statistical process control. The experimental design was completely randomized in "strips", with three treatments (speeds of machinery 4, 5 and 6 km h⁻¹). Biometric parameters were evaluated related to planting and harvesting of plants, the performance of machinery, and also results in sprouting of sugarcane at 30, 60 and 90 days after planting. The statistical control was an important tool to monitor the behavior of the variables, being a way to enhance the control of variables in the process of planting. The cases were considered unstable, when measured variables biometric planting, in that the speed of 4 km h⁻¹ showed greater variation than the speed of 5 and 6 km h⁻¹. The 50% increase in speed in meioisi system didn't affect the quality of the planting operation, and can work at speeds of up to 6 km h⁻¹ for greater performance in field operations.

KEYWORDS: *Saccharum officinarum*, planter, seedlings harvest, operation performance, statistical control process.

1 INTRODUÇÃO

O plantio em meiosi (método interocupacional ocorrendo simultaneamente) é uma inovação tecnológica no sistema canavieiro, onde há produção da muda da cana-de-açúcar concomitante a rotação de uma leguminosa na própria área de renovação dos canaviais, reduzindo o custo de produção de forma sustentável, principalmente pela sua logística da muda para o plantio e ausência do viveiro.

A sustentabilidade do setor canavieiro é de ordem socioeconômica e ambiental têm atraído a atenção da sociedade para a cultura da cana-de-açúcar, prova disso é a proibição da queimada em canaviais no estado de São Paulo, com prazo até 2014 para as áreas mecanizáveis e 2017 para as não-mecanizáveis, de acordo com o tratado de cooperação assinado em junho de 2007 entre o governo do Estado de São Paulo e a União da Agroindústria de São Paulo – UNICA – denominado Protocolo Agroambiental. Apesar desse documento não substituir a Lei Estadual nº 11.241 de setembro de 2002, e não ser obrigatório, houve grande aceitação, contribuindo para o Brasil se tornar modelo para a produção sustentável de cana-de-açúcar e seus derivados. (UNICA, 2012).

Para atender a estas mudanças de forma sustentável, a mecanização torna-se imprescindível, tanto no plantio quanto na colheita. No que se refere ao plantio mecanizado, algumas dificuldades têm sido encontradas, pois em relação ao plantio convencional, normalmente ocorrem maiores danos às gemas e menor número de gemas por metro de sulco, aumentando a porcentagem de falhas no plantio com redução na produtividade agrícola. Por outro lado, o custo operacional, pode ser uma grande vantagem para o plantio mecanizado.

No sentido de se reduzir ainda mais os custos de produção, surgiu o sistema meiosi (método interocupacional ocorrendo simultaneamente), que prevê a produção da muda da cana-de-açúcar na própria área de renovação (DIAS et al., 1995; PONCIANO et al., 2010). Assim, partindo da hipótese de que o sistema meiosi, por se tratar de uma operação mecanizada simultânea da colheita de mudas e do plantio de cana-de-açúcar, possa afetar qualidade dessas operações, este trabalho foi desenvolvido afim de avaliar a qualidade do plantio mecanizado e da colheita de mudas de cana-de-açúcar em sistema

meios, além do desempenho do conjunto trator plantadora e da colhedora, utilizando-se de ferramentas do controle estatístico de processo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Colheita de mudas de cana-de-açúcar

A qualidade da colheita de mudas de cana-de-açúcar é fundamental para que se obtenha mudas saudáveis, resultando no plantio eficaz, principalmente na região centro – sul do Brasil, onde a mecanização de colheita nas lavouras cresce em ritmo acelerado e as usinas estão colocando em prática planos de ampliação do corte mecanizado (MELLO & LANÇAS, 2009).

SALVI et al. (2007) observaram que na colheita mecanizada de cana-de-açúcar, existem algumas peculiaridades relacionadas às interações solo-planta-máquina, que resultam em perdas no campo, redução na qualidade da matéria-prima e da longevidade do canavial.

2.2 Plantio mecanizado de cana-de-açúcar

O sistema de plantio mecanizado no Brasil é uma atividade agrícola século XX. Dessa forma as referências científicas sobre este tema ainda são escassas e os poucos trabalhos existentes desde 2004, reportam a alguns ensaios e testes, que normalmente não apresentam metodologia científica. Até o ano de 2011 a indústria brasileira de máquinas oferecia seis modelos de plantadoras, sendo dois para mudas inteiras e quatro para mudas picadas, capazes de plantar duas fileiras por vez (RIPOLI & RIPOLI, 2010).

Independentemente do modelo de plantadora a ser utilizado, CARLIN et al. (2004) consideraram que o fator mais importante para uma boa produtividade é a qualidade do plantio, que deverá proporcionar um bom estande de gemas por metro.

O plantio mecanizado, porém, deve passar por melhorias, tais como a diminuição do grande volume de massa de mudas, que visa compensar falhas de deposição no sulco; a necessidade de um mecanismo dosador de rebolos; maior estabilidade em certas regiões declivosas; maior sincronismo entre velocidade do trator e velocidade na distribuição da muda; diminuição dos danos às gemas causados dentro da plantadora (CEBIM, 2007; PAULI, 2009; BARROS & MILAN, 2010).

O plantio mecanizado de cana-de-açúcar, em relação ao plantio semimecanizado, causa maiores danos às gemas e proporciona menor número de gemas por metro de sulco, aumentando a porcentagem de falhas e

reduzindo a produtividade agrícola. Porém, o custo operacional, apresenta-se altamente vantajoso (GARCIA, 2008).

Além da redução da quantidade de gemas viáveis, CEBIM et al. (2008) observaram que mesmo utilizando maior quantidade de mudas, há menor perfilhamento, maior número de falhas e menor produtividade no plantio mecanizado de cana-de-açúcar quando comparado com o plantio semimecanizado.

JANINI et al. (2008) afirmam que o fracionamento dos colmos em rebolos do sistema mecanizado ocasiona a diminuição do número de gemas viáveis, contribuindo para um maior número de falhas de plantio.

2.2.1 Plantio mecanizado Sistema Meiosi

O plantio em meiosi envolve uma colhedora e duas plantadoras, sendo que no início da operação uma plantadora deve estar cheia de mudas previamente colhidas, enquanto que a outra estará vazia e com o elevador da colhedora de mudas direcionado sempre para dentro da caçamba dessa plantadora vazia. Assim, ao começar o plantio, os rebolos da colhedora preenchem a plantadora até encher, enquanto que a outra plantadora começa a esvaziar, depois direciona-se o elevador para a outra plantadora que se esvaziou, alternando sempre a posição do elevador.

Uma opção do plantio mecanizado é o sistema meiosi, que foi desenvolvido visando à redução dos custos de produção, devido à produção da muda da cana-de-açúcar na própria área de renovação (DIAS et al., 1995; PONCIANO et al., 2010). Porém, o sistema meiosi requer equipe operacional treinada, pois existentes duas operações simultâneas próximas e o risco de um acidente ou colisão entre maquinários são eminentes.

A manutenção da qualidade devido à complexidade da operação, que envolve fatores como velocidade de deslocamento, sanidade da muda, índice de gemas danificadas no campo e melhor distribuição das gemas por metro de sulco, uma vez que a plantadora não dosa exatamente essa quantidade (TAUBE, 2010).

A meiosi entre milho e cana-de-açúcar foi testada por PINAZZA et al. (2008) onde o sistema de plantio da cana-de-açúcar em sulco duplo de 0,5 m x 2,30 m, sendo que a entrelinha larga foi destinada a cultura milho. Os autores

concluíram que a adoção da mecanização por meio de cultura intercalar é operacionalmente viável em larga escala.

2.3. Controle de qualidade em operações agrícolas

O uso de indicadores de qualidade para as operações agrícolas canavieiras vêm sendo aplicado no Brasil desde a década de 1990, por meio de estudos sobre o preparo do solo, aplicação de pesticidas e calagem, plantio e colheita. CAMPOS et al. (2008), SILVA et al. (2008) e REIS (2009) enumeram vários indicadores de qualidade nas operações mecanizadas em cana de açúcar, concluindo que o monitoramento por meio do controle estatístico de processo pode aumentar os níveis de qualidade da operação.

O controle das operações agrícolas mecanizadas representa diminuição na variabilidade, obtendo-se resultados mais próximos aos limites especificados por meio do auxílio de técnicas estatísticas (SALVI et al., 2007).

O auxílio de técnicas estatísticas no controle das operações agrícolas mecanizadas é uma realidade, pois a qualidade das operações representa diminuição na variabilidade, obtendo-se resultados mais próximos aos limites especificados (MILAN & FERNANDES, 2002). Nesse sentido, PELOIA et al. (2010) constataram maior variabilidade do comprimento dos rebolos da cana queimada em relação à cana crua, podendo obter melhor qualidade para o processo de moagem.

Outros autores utilizaram o controle estatístico para avaliação de processos mecanizados. TOLEDO et al. 2008 avaliaram a distribuição de palha e as perdas na colheita de soja, verificando que as cartas de controle foram eficientes na avaliação da qualidade do processo de colheita. SUGUISAWA et al. (2007) identificaram a eficiência dessa técnica na caracterização da variabilidade e análise qualidade da pulverização mecanizada de defensivos. por meio do

As cartas de controle estatístico foram eficientes quando aplicado ao processo de colheita mecanizada diurna e noturna de cana-de-açúcar, observando maiores perdas quanto a colheita noturna, sendo que a altura de corte e perdas totais foram maiores durante a colheita noturna e quanto aos danos à soqueira não houve diferença significativa (NORONHA et al., 2011).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no município de Pradópolis – SP, nas proximidades das coordenadas geodésicas: Latitude 21°25'20''S e Longitude 48°07'30''W, com altitude média de 530 metros, declividade média de 6% e clima Aw de acordo com a classificação de Köppen (Figura 1). O solo da área foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO EPIEUTROFERRICO, com textura argilosa (EMBRAPA, 1999), apresentando no momento do plantio, teor de água de 10%.



Figura 1. Vista geral da área experimental da usina.

3.1 Equipamentos utilizados

O plantio da cana-de-açúcar foi realizado com duas plantadoras da marca Tracan, modelo PTx 7010, tracionadas por dois tratores CASE Magnum 240, com potência nominal de 176 kW (240 cv) no motor a 2000 rpm e bitola de 2,87 m (Figura 2a). A colheita das mudas foi realizada por uma colhedora Case, modelo A7700, com rodado tipo esteira, equipada com motor Cummins, cuja potência nominal é de 184 kW (250 cv) a 1700 rpm e bitola de 1,85m (Figura 2b). A colhedora estava equipada com kit completo para mudas, emborrachado, e instalado nas partes críticas em que há contato da cana com a colhedora.



Figura 2. Máquinas utilizadas no experimento: a) trator CASE Magnum 240; b) colhedora Case A7700.

Para as avaliações da colheita de mudas e do plantio, o delineamento experimental utilizado foi em faixas, com 3 tratamentos, representados por três velocidades de deslocamento dos conjunto mecanizados (4, 5 e 6 km h⁻¹) e 10 repetições (Figura 3).

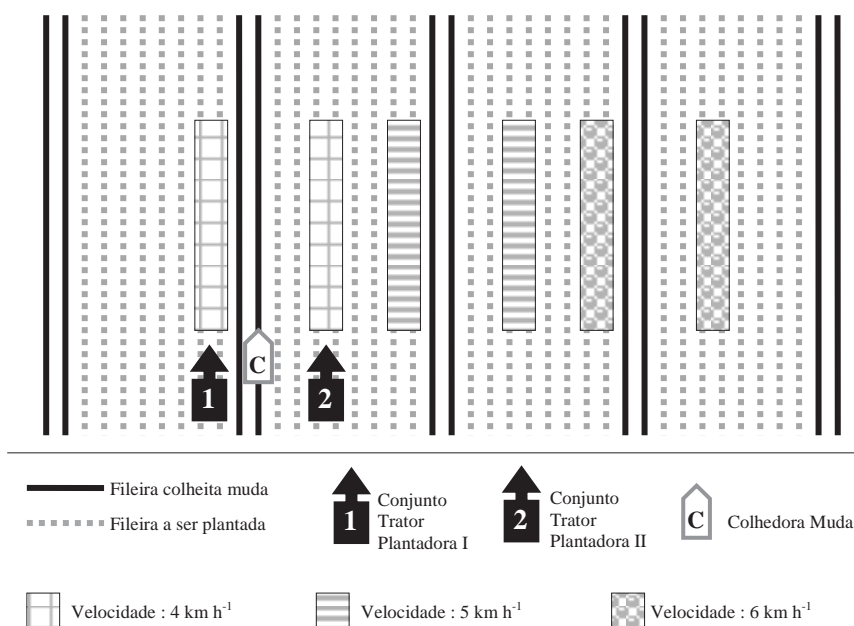


Figura 3. Croqui da área experimental, com a distribuição das parcelas.

Os pontos de coletas de dados foram georreferenciados com auxílio de um receptor DGPS e de uma estação total, da marca Topcon, modelo GTS 701, com precisão leitura de 1", alcance de 2700 m (1 prisma) e 3600 m (3 prismas) e memória interna de 640 kb.

3.2 Parâmetros avaliados

Os parâmetros avaliados e tomados como indicadores de qualidade foram escolhidos pela equipe do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola da UNESP em conjunto com a equipe técnica da Usina São Martinho.

Foram selecionados parâmetros relacionados à colheita de mudas (número de colmos, danos às soqueiras e altura de corte), ao desempenho da colhedora de mudas (rotação do motor, pressão óleo, temperatura do motor e hidráulica e pressão picador), à biometria do plantio (número de rebolos, total de gemas, gemas inviáveis, cobertura dos rebolos, profundidade do sulco, espaçamento entre sulco, massa dos rebolos, e comprimento dos rebolos, e ainda, parâmetros de desempenho dos conjuntos trator-plantadora I e II (rotação do motor, pressão de óleo, temperatura do motor e hidráulica, patinagem e erro do GPS), e também foram avaliados os resultados de brotação do canavial aos 30, 60 e 90 dias após a colheita.

3.2.1 Qualidade da colheita de mudas

O porte do canavial para a muda foi caracterizado como ereto de acordo com a metodologia proposta RIPOLI (1999), utilizando-se um triângulo padrão para as amostragens. Foram realizadas 20 avaliações ao acaso e em 10 fileiras de plantio para cada tratamento, dispondo o triângulo padrão longitudinalmente à fileira de plantio.

A qualidade do corte de base realizado pela colhedora foi avaliada por meio da altura de corte e dos danos causados à soqueira. Para avaliação dos danos às soqueiras utilizou-se a metodologia adaptada de MELLO & HARRIS (2003) por meio da contagem de soqueiras, de acordo com os danos provocados pelo mecanismo de corte basal, classificadas como: sem danos (SD), danos parciais (DP) e fragmentados (FR), em percentagem. Essa classificação foi realizada, inicialmente, de forma visual para todos os colmos presente em cada soqueira avaliada por meio de uma armação quadrada 0,5 x 0,5m, perfazendo de 0,25 m² (Tabela 1). Após a identificação e contagem dos danos existentes, os dados foram calculados em porcentagem do total de colmos presentes.

Utilizou-se para a avaliação dos danos causados às soqueiras de cana-de-açúcar o índice de danos (Tabela 1) proposto por Toledo (2011). O índice de danos representa em um único valor a classificação atribuída às soqueiras quanto aos colmos sem danos (SD), com danos parciais (PD) ou danos extremos (ED), atribuindo-se pesos para cada classificação enunciada na Tabela 1, calculando-se conforme a equação 1.

$$i_D = \frac{p_{SD} \cdot n_{SD} + p_{PD} \cdot n_{PD} + p_{ED} \cdot n_{ED}}{N} \quad (1)$$

em que,

p_{SD} : peso atribuído aos colmos sem danos (-1),

n_{SD} : quantidade de colmos sem danos,

p_{PD} : peso atribuído aos colmos com danos parciais (-0,33),

n_{PD} : quantidade de colmos com danos parciais,


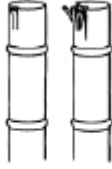
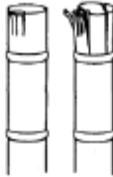
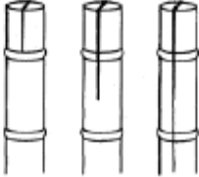
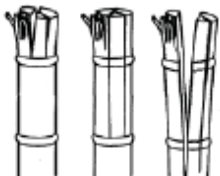
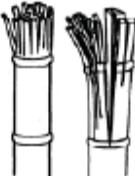
p_{ED} : peso atribuído aos colmos com danos extremos (1),

n_{ED} : quantidade de colmos com danos extremos e

N : número total de colmos na soqueira.

De acordo com TOLEDO (2011) que atribui peso devido a classificação de danos adaptada por KROES (2007), quanto mais próximo de 1,00, maior é o dano ocasionado às soqueiras, pois, demonstra que houve maior quantidade de colmos classificados como danos extremos em relação às outras classes. Inversamente, quanto mais próximo de -1,00, os colmos sofreram menos danos, sendo totalmente sem danos quando o índice for igual a este valor.

Tabela 1. Classificação dos danos causados aos colmos após a colheita mecanizada.

Classificação	Inferior	Superior	Peso
Sem danos (SD)			-1,00
Danos parciais (PD)			-0,33
Danos Extremos (ED)			1,00

Fonte: Adaptado de KROES (1997); TOLEDO (2011).

A altura do corte basal foi medida do solo até o local do colmo onde ocorreu o corte. As leituras de todas as alturas das soqueiras presentes na armação de 0,25 m². Quando obtidas quando o corte ocorreu abaixo da superfície do solo, foram consideradas iguais a zero, ou seja, o corte foi considerado como realizado na superfície do solo.

3.2.2 Desempenho da colhedora de mudas

A avaliação desempenho foi realizada registrando-se por meio da média de valores de 5 fotografias do monitor da colhedora por pontos amostrais, os dados relativos à rotação do motor, pressão de óleo, temperatura do motor, temperatura do sistema hidráulico e pressão do picador.

3.2.3 Qualidade do plantio mecanizado

A avaliação dos parâmetros biométricos do plantio foi realizada por meio da remoção do solo com o auxílio de um enxadão, em dois sulcos paralelos nas fileiras de plantio, cada um com 5 metros de comprimento. Foram avaliados os seguintes parâmetros biométricos:

3.2.3.1 Número de rebolos por metro

Após o plantio foram contados o número de rebolos existentes em 5 m em ambos os sulcos.

3.2.3.2 Número total de gemas

A quantidade de gemas viáveis foi verificada retirando-se os rebolos dos sulcos de plantio contando-se o número de gemas viáveis total em ambos os sulcos. Essa verificação foi realizada examinando-se cada reboło individualmente, e após a contagem do número de gemas viáveis, os mesmos eram dispostos novamente dentro dos sulcos de plantio somando todas as gemas existentes (gemas viáveis e inviáveis).

Foram consideradas gemas viáveis, aquelas que não apresentavam nenhum tipo de dano mecânico e/ou ataque de quaisquer pragas.

O cálculo da quantidade de gemas viáveis por metro de sulco foi obtido pela razão entre o total de gemas viáveis e o comprimento total dos sulcos de plantio.

3.2.3.3 Porcentagem de gemas inviáveis

A porcentagem de gemas inviáveis por metro é a razão entre a quantidade de gemas inviáveis e quantidades de gemas totais (viáveis + inviáveis); foram consideradas gemas inviáveis as que apresentaram algum dano mecânico, ataque de qualquer praga ou constatação visual de algum fator que pudesse comprometer a brotação.

3.2.3.4 Cobertura de rebolos

A avaliação da cobertura de rebolos é obtida pela média de 5 valores no ponto amostral, por meio de uma espátula graduada em centímetros para a aferição da espessura da camada de solo sobre os rebolos.

3.2.3.5 Profundidade dos sulcos

A profundidade dos sulcos foi medida por meio de uma trena, disposta verticalmente dentro do sulco de plantio, após a retirada do solo e dos rebolos de seu interior. A trena foi posicionada no centro do sulco, ou seja, em sua

parte mais profunda, sendo medida a distância até o nível do perfil natural do solo pela média de 5 valores.

3.2.3.6 Espaçamento entre sulcos

O espaçamento entre sulcos foi determinado pela medição de centro a centro dos sulcos, utilizando-se de uma trena em 5 pontos amostrais, objetivando constatar ou não o paralelismo dos mesmos, verificando desta maneira a eficiência do sistema de autodirecionamento instalado no trator.

3.2.3.7 Massa dos rebolos

A massa de rebolos de cana foi mensurada em campo por meio de um balde para aferição em uma balança digital com precisão de 0,01 g, sendo mensurados todos o rebolos que foram encontrados nos 5 m de sulcos.

3.2.3.8 Comprimento dos rebolos

Para a medida do comprimento de rebolos foram considerados os valores médios de 20 rebolos coletados ao acaso dentro do sulco sendo mensurados por meio de uma régua graduada em centímetros.

3.2.4 Desempenho dos conjuntos trator-plantadora

Os parâmetros de desempenho de cada conjunto trator-plantadora foram avaliados por meio da avaliação do monitor de controle do trator durante a execução da operação de plantio, realizados pela média de 5 repetições dentro de cada parcela, sendo avaliados a rotação do motor, pressão de óleo, temperatura do motor, temperatura hidráulica, patinagem e erro cruzamento de linha do GPS.

3.3 Avaliação da brotação

A avaliação da brotação da cana-de-açúcar foi realizada por meio de análise do crescimento da cultura, realizada por meio dos índices biométricos: número de perfilhos, número de falhas e altura de plantas. As avaliações foram realizadas aos 30, 45 e 60 dias após o plantio (DAP).

A altura de plantas foi mensurada com o auxílio de uma trena, medindo do nível do solo até a primeira aurícula visível, classificada como folha +1 (SANTOS, 2008).

O número de perfilho foi obtido pela contagem de todos os perfilhos nas parcelas amostradas, calculando-se o número médio de perfilho em cada parcela.

O número de falhas foi avaliado pela ocorrência de espaços somados maiores que 50 cm na mesma linha sem a presença de perfilho, resultando em falha no estande do canavial (STOLF, 1986).

3.4 Determinação dos atributos físicos e químicos do solo

Os atributos físicos do solo foram determinados com monólitos indeformados, coletados em anéis de volume conhecido, retirados com amostradores de Uhland adaptados, nas camadas de 0,0 - 0,10 m; 0,10 - 0,20 m e 0,20 - 0,30 m, segundo metodologia da EMBRAPA (1997). Para as determinações da densidade, macroporosidade, microporosidade utilizou-se o método da mesa de tensão, segundo EMBRAPA (1997), realizada no Laboratório de Solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal - UNESP. A porosidade total foi calculada pela soma dos valores de macroporosidade e microporosidade do solo. As análises químicas de solo também foram realizadas nas mesmas profundidades segundo metodologia descrita por RAIJ & QUAGGIO (1983).

As coletas foram feitas antes da implantação do experimento, após a colheita da soja de rotação (16/03/2012). A resistência mecânica do solo à penetração (RMSP) foi obtida por meio de penetrômetro eletrônico, modelo PNT-Titan da DLG Automação Industrial Ltda (RIBEIRO, 2010), construído conforme a norma ASAE S313.3 (ASAE, 1999), observando-se 10 amostras por parcela nas profundidades de 0,0 – 0,10; 0,10 – 0,20 e 0,20 – 0,30 m.

O teor de água o solo foi determinado pelo método gravimétrico, de acordo com EMBRAPA (1979). As amostras de solo foram coletadas no mesmo dia da RMSP e nas mesmas camadas de solo. O solo foi coletado com uso de trado holandês, acondicionado em cápsulas de alumínio, vedadas com fita adesiva até as pesagens em balança digital com precisão de 0,01 g e em

seguida, colocadas em estufa elétrica a 105°C de temperatura por período de 24 horas, sendo pesadas novamente.

3.5 Análise estatística

3.5.1 Estatística descritiva

Na estatística descritiva foram calculadas medidas de tendência central (média aritmética e mediana), medidas de dispersão (amplitude, desvio-padrão e coeficiente de variação) e medidas de assimetria e de curtose. O coeficiente de assimetria (C_s) indica o afastamento da variável em relação a um valor central, caracterizando como e quanto à distribuição de frequência se afasta da simetria, por meio do software Minitab®. Quando $C_s > 0$, tem-se a distribuição assimétrica a direita; se $C_s < 0$ a distribuição é assimétrica a esquerda e se $C_s = 0$ a distribuição é simétrica. O coeficiente de curtose (C_k) mede o grau de achatamento da distribuição, ou seja, o quanto uma curva de frequência será achatada em relação a uma curva normal de referência. Quando $C_k = 0$, tem-se uma distribuição mesocúrtica (normal). Para $C_k < 0$ e $C_k > 0$, a distribuição é platicúrtica (achatada) e leptocúrtica (alongada), respectivamente (VIEIRA et al., 2002). Também foi realizado o teste de Anderson-Darling para verificar a normalidade dos resultados e quando da assimetria da distribuição, realizou a transformação dos resultados em $\ln(x)$.

Os resultados foram também analisados por meio da análise de variância utilizando-se o teste F de Snedecor, a 5% de probabilidade e quando houve significância, aplicou-se o teste Tukey a 5% de probabilidade para comparação de médias, utilizando o pacote estatístico SAS®.

3.5.2 Controle estatístico de qualidade

Para avaliar a qualidade do processo foram utilizadas cartas de controle pela média (Figura 4). Os limites de controle, inferior (LIC) e superior (LSC), resultaram da análise estatística e foram determinados de acordo com a variabilidade do processo. Os limites de controle permitem inferir se há variação dos resultados devido a causas não controladas no processo (causas especiais), e foram calculados com base no desvio padrão das variáveis, como demonstrado nas equações 2 e 3.

$$LSC = \bar{x} + 3\sigma \quad (2)$$

$$LIC = \bar{x} - 3\sigma \quad (3)$$

em que,

LSC: limite superior de controle;

\bar{x} : média geral da variável;

σ : desvio padrão.

LIC: limite inferior de controle (Quando o valor calculado do LIC foi negativo, considerou-se o mesmo como nulo, LIC = 0).

Quando uma observação apresenta falha em um dos testes para causas especiais, o ponto é destacado na carta de controle, com o número do respectivo erro. Um ponto falho indica que há variação não aleatória nos resultados, variação que ocorre devido a uma causa especial e, portanto, deve ser investigada. Quando nenhum ponto é destacado na carta de controle, não há observação falha no processo, ou seja, não existem causas especiais de variação e conseqüentemente o processo está sob controle estatístico.

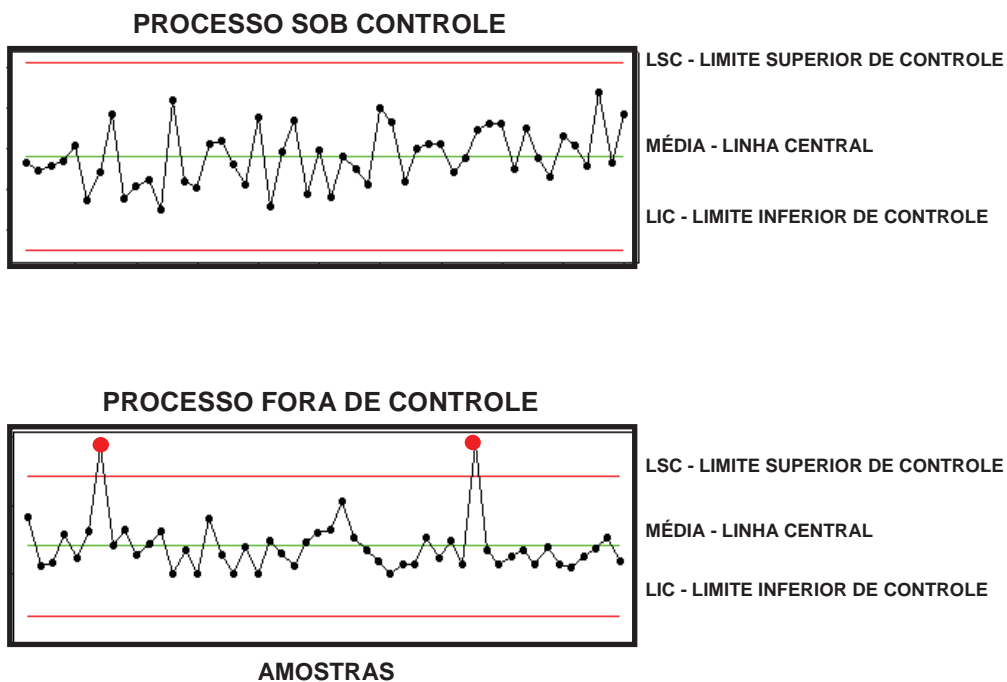


Figura 4. Estrutura das cartas de controle.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis biométricas de plantio de cana-de-açúcar (Tabela 2) não foram influenciadas pela velocidade de deslocamento. Observa-se que as variáveis gemas inviáveis e cobertura apresentaram coeficientes de variação alto ou muito alto, indicando grande variabilidade dos dados, ao contrário das outras variáveis biométricas.

Os resultados encontrados para profundidade do sulco, cobertura dos rebolos, número de gemas por metro de sulcos estão dentro dos padrões considerados ideais (EMBRAPA, 2010). BEAUCLAIR & SCARPARI (2006) comentam que a densidade de plantio adotada é de aproximadamente 12 gemas por metro de sulco dependendo da variedade e do desenvolvimento vegetativo da cana-de-açúcar.

No presente trabalho o número de gemas por metro foi de aproximadamente 18 gemas m^{-1} . Este valor encontra-se dentro das expectativas da usina (Tabela 3), que estabelece como meta para o plantio mecanizado, valores de 15 a 18 gemas m^{-1} , além de corroborar com STOLF & BARBOSA (1990) que compararam dados científicos e as práticas comerciais quanto a quantidade de gemas em plantios em relação ao espaçamentos variando de 1,0 a 1,4 m. Para a cobertura de rebolos, RIPOLI et al. (2006), afirmam que a cobertura de 8 a 10 cm é suficiente para garantir a germinação pelo fato de haver uma abertura do sulco, deposição do rebolo, seguido pelo fechamento do sulco preservando a umidade do solo.

Tabela 2. Estatística descritiva das variáveis biométricas do plantio de cana-de-açúcar nas velocidades de 4,0; 5,0 e 6,0 km h⁻¹.

Variáveis	Velocidade (km h ⁻¹)	Média ¹	Média Geral	CV (%)	σ	Ck	Cs	A D
Número de rebolos	4	7,2 a	7,2 ^{ns}	10,76	3,77	-0,74	0,26	N
	5	7,3 a						
	6	7,1 a						
Total de gemas	4	18,2 a	18,4 ^{ns}	16,52	14,66	-1,22	0,12	N
	5	18,3 a						
	6	18,6 a						
Gemas inviáveis (%)	4	9,4 a	8,6 ^{ns}	33,50	2,93	-0,12	0,69	N
	5	8,2 a						
	6	8,2 a						
Cobertura dos rebolos (cm)	4	5,8 a	5,8 ^{ns}	34,04	1,95	-0,60	0,08	N
	5	5,3 a						
	6	6,3 a						
Profundidade do sulco (cm)	4	27,3 a	25,3 ^{ns}	12,18	3,31	-0,85	-0,16	N
	5	24,0 a						
	6	24,6 a						
Espaçamento entre sulco (m)	4	1,5 a	1,5 ^{ns}	2,28	0,03	0,47	0,40	N
	5	1,5 a						
	6	1,5 a						
Massa dos rebolos (kg)	4	8,7 a	8,7 ^{ns}	11,49	0,97	-0,91	-0,01	N
	5	8,6 a						
	6	8,7 a						
Comprimento dos rebolos (cm)	4	39,8 a	40,3 ^{ns}	4,05	1,68	0,02	-0,07	N
	5	40,0 a						
	6	41,1 a						

¹ Em cada coluna, para cada variável, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; ^{ns}: não significativo; *: significativo a 5% de probabilidade. Ck: coeficiente de curtose; Cs: coeficiente de assimetria; *N: distribuição normal pelo teste de Anderson-Darling; A: distribuição assimétrica; σ : desvio padrão; CV (%): Coeficiente de Variação; AD: Teste de Anderson-Darling.

A profundidade de sulcos esteve aproximadamente dentro dos padrões considerados ideais para usina, se forem muito profundos poderá causar escoamento subsuperficial, causando erosão do solo e perda de água, principalmente no plantio realizado em épocas chuvosas. Porém, quando rasos a deposição dos rebolos será deficiente, prejudicando o desenvolvimento da

cultura, principalmente em regiões com poucas chuvas, necessitando de mais uma operação, chamada de recobrição manual (DOJAS, 2007).

Os valores dos coeficientes de assimetria foram considerados moderados para a maioria das variáveis e os coeficientes de curtose, próximos de zero, são indicativos da normalidade da distribuição, indicando que os dados tem potencial estatístico para serem usados em uma análise de variância e o teste de Anderson-Darling realizado indicou para todas variáveis a normalidade da distribuição (NHS SCOTLAND, 2010).

Tabela 3. Padrões de qualidade estabelecidos pela usina.

Variáveis	Padrão
Rebolo por metro	6 a 7
Gemas por metro	15 a 18
%Gemas Inviáveis máxima	13%
Cobertura dos rebolos	5 a 8 cm
Profundidade de sulco	26 a 30 cm
Comprimento dos rebolos	40 a 45 cm
Altura de corte	4 a 6 cm
Quantidade de Falhas (>50cm)	Proposto por STOLF (1986)
<i>Alta</i>	<10%
<i>Médio</i>	21 a 35%
<i>Baixo</i>	>50%

As variáveis da operação de colheita de mudas de cana-de-açúcar (Tabela 4) foram influenciadas pela velocidade de deslocamento, sendo que nas velocidades de 5 e 6 km h⁻¹, indicando que a colheita de mudas nestas velocidades os colmos sofreram menor danos (TOLEDO et al., 2011).

Tabela 4. Estatísticas descritivas das variáveis da colheita muda de cana-de-açúcar nas velocidades de 4, 5 e 6 km h⁻¹ para os dois conjuntos mecanizados.

Variáveis	Velocidade (km h ⁻¹)	Média*	Média Geral	CV (%)	σ	Ck	Cs	AD
Número de Colmos	4	6,7 a	7,94**	19,86	1,82	-1,49	-0,30	A
	5	9,1 b						
	6	8,0 ab						
Altura de Corte (cm)	4	11,5 b	11,90	15,85	1,99	-0,58	-0,16	N
	5	11,2 a						
	6	13,0 c						
Índice de danos	4	- 0,23 b	- 0,47	- 45,52	0,27	-0,53	-0,13	N
	5	- 0, 57 a						
	6	- 0,63 a						

¹ Em cada coluna, para cada variável, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; ^{ns}: não significativo; *: significativo a 5% de probabilidade. Ck: coeficiente de curtose; Cs: coeficiente de assimetria; *N: distribuição normal pelo teste de Anderson-Darling; A: distribuição assimétrica; σ : desvio padrão; CV (%): Coeficiente de Variação; AD: Teste de Anderson-Darling;

A altura média de corte das mudas foi considerada alta, se comparada à altura normalmente obtida na colheita mecanizada de cana de açúcar para a produção. Porém, esta maior altura de corte representa maior reserva energética acumulada na base dos colmos, o que favorece a rebrota da cana-de-açúcar (SILVA et al., 2008), além de diminuir o abalo das soqueiras.

Segundo CEBIM (2011), os resultados entre os sistemas mecanizado e/ou o semimecanizado não interferiram significativamente, nas variáveis, comprimento de colmo, diâmetro, número total de gemas, número de gemas viáveis e a produtividade agrícola.

Os valores dos coeficientes de assimetria foram considerados moderados para a maioria das variáveis e os coeficientes de curtose, próximos de zero, são indicativos da normalidade da distribuição, indicando que os dados tem potencial estatístico para serem usados em uma análise de variância. Porém, os valores do teste normalidade de Anderson-Darling indicaram, para a variável número de colmo, a não-normalidade da distribuição. Há que se ressaltar entretanto, que os testes de hipóteses que avaliam a normalidade, como o de Anderson-Darling, devem ser usados com cautela

por ser extremamente rigorosos e facilmente rejeitam a hipótese de normalidade (NHS SCOTLAND, 2010).

O desempenho operacional de colheita mudas de cana-de-açúcar (Tabela 5) foi influenciado pela velocidade de deslocamento, com exceção da variável rotação do motor, em que a variação da velocidade de deslocamento não causou diferença significativa.

Tabela 5. Estatísticas descritivas das variáveis de desempenho operacional da colhedora nas velocidades de 4, 5 e 6 km h⁻¹.

Variáveis	Velocidade (km h ⁻¹)	Média ¹	Média Geral	CV (%)	σ	Ck	Cs	AD
Colhedora								
Rotação do Motor (rpm)	4	1700,0 a	1726,7 ^{ns}	2,67	48,70	1,51	-0,82	A
	5	1745,0 a						
	6	1735,0 a						
Pressão Oleo (MPa)	4	1,77 a	1,91 [*]	10,75	0,21	-0,50	0,86	A
	5	1,79 a						
	6	2,16 b						
Temperatura do motor (°C)	4	81,4 b	80,20 ^{**}	1,60	1,52	0,04	0,33	A
	5	79,4 a						
	6	79,8 a						
Temperatura Hidraulica (°C)	4	58,50 a	74,50 ^{**}	5,31	12,13	-1,44	-0,62	A
	5	83,00 b						
	6	82,00 b						
Pressão Picador (MPa)	4	3,04 a	3,30 ^{**}	2,70	0,21	1,12	-1,37	A
	5	3,43 b						
	6	3,43 b						

¹ Em cada coluna, para cada variável, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; ^{ns}: não significativo; *: significativo a 5% de probabilidade. Ck: coeficiente de curtose; Cs: coeficiente de assimetria; *N: distribuição normal pelo teste de Anderson-Darling; A: distribuição assimétrica; σ : desvio padrão; CV (%): Coeficiente de Variação; AD: Teste de Anderson-Darling;

As variáveis de desempenho operacional de plantio de cana-de-açúcar no conjunto I (Tabela 6) foram influenciadas pela velocidade de deslocamento, com exceção do erro de cruzamento de linha do GPS, em que a variação da velocidade de deslocamento não causou diferença significativa, corroborando com BAIO & MORATELLI (2011) que obteve uma acurácia de até 0,033 m entre as passadas com o uso do GPS na operação de plantio da cana-de-açúcar, corroborando com DOJAS (2007) que afirma que o uso do

autodirecionamento podem diminuir os possíveis erros do operador, além de evitar um possível pisoteio desnecessários nas soqueiras.

Para o conjunto II, as exceções foram temperatura do motor e o erro de cruzamento de linha do GPS que não foram alteradas pela variação de velocidade. A rotação do motor, pressão de óleo, temperatura do motor e a temperatura do hidráulico do conjunto I, bem como a rotação do motor do conjunto II, aumentaram com aumento da velocidade de 4 para 6 km h⁻¹.

Para a variável perfilhamento (Tabela 7) não houve diferença estatística em relação ao aumento de velocidade de deslocamento, porém observa-se que a menor velocidade proporcionou a menor altura das plantas avaliadas aos 30 e 60 dias, porém aos 90 dias a planta se recuperou e não houve diferença entre as velocidades.

A quantidade de falhas (Tabela 7), segundo a metodologia proposta por STOLF (1986) foi considerada muito baixa, sendo que a qualidade de plantio pode ser classificada como excelente por apresentar valores abaixo de 10%, com o aumento da velocidade de deslocamento de 6 km h⁻¹ para 4 km h⁻¹.

Porém, JANINI et al. (2008) encontraram alto índice de falhas, explicando que o fracionamento dos colmos em rebolos pelo sistema mecanizado ocasiona a diminuição do número de gemas viáveis, contribuindo para o maior número de falhas de plantio. O uso do kit de mudas emborrachado, evitando assim maiores danos físicos às mudas nos principais mecanismos de ativos da colhedora, além da quantidade de mudas plantadas estar próxima dos limites considerados pela usina.

Tabela 6. Estatísticas descritivas das variáveis de desempenho operacional do plantio de cana-de-açúcar nas velocidades de 4, 5 e 6 km h⁻¹ para os dois conjuntos mecanizados.

Variáveis	Velocidade (km h ⁻¹)	Média ¹	Média Geral	CV (%)	σ	Ck	Cs	AD
Conjunto trator plantadora I								
Rotação do motor (rpm)	4	2038,0 a	2090,30 **	1,29	55,8	-0,90	0,54	N
	5	2078,0 b						
	6	2155,0 c						
Pressão de óleo (MPa)	4	2,39 a	2,48 **	4,44	0,11	-1,69	-0,05	N
	5	2,52 b						
	6	2,62 c						
Temperatura do motor (°C)	4	82,9 a	84,50 **	0,41	1,33	-1,51	-0,19	N
	5	84,6 b						
	6	86,0 c						
Temperatura hidráulica (°C)	4	87,0 a	93,27 **	1,20	6,56	-1,53	0,53	N
	5	90,8 b						
	6	102,0 c						
Patinagem	4	13,8 a	14,73 **	7,62	1,62	-0,34	0,05	N
	5	14,0 a						
	6	16,4 b						
Erro (cm)	4	0,79 a	0,72 ^{ns}	53,69	0,39	-0,36	0,53	N
	5	0,79 a						
	6	0,58 a						
Conjunto trator plantadora II								
Rotação do motor (rpm)	4	1981,0 a	2013,67 **	0,83	33,4	-0,16	0,24	A
	5	2009,0 b						
	6	2051,0 c						
Pressão de óleo (MPa)	4	2,52 a	2,55 *	1,42	0,05	-0,70	0,28	A
	5	2,57 b						
	6	2,58 b						
Temperatura do motor (°C)	4	84,1 a	84,27 ^{ns}	2,99	2,59	-1,03	-0,20	A
	5	83,3 a						
	6	85,4 a						
Temperatura hidráulica (°C)	4	79,5 a	82,8 **	1,67	2,76	-0,90	-0,24	A
	5	88,2 b						
	6	84,2 b						
Patinagem	4	9,60 a	12,26 **	11,20	2,45	-0,94	-0,03	A
	5	12,70 b						
	6	14,50 b						
Erro (cm)	4	0,7 a	0,77 ^{ns}	61,05	0,47	-0,47	0,29	A
	5	0,8 a						
	6	0,9 a						

¹ Em cada coluna, para cada variável, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; ^{ns}: não significativo; *: significativo a 5% de probabilidade. Ck: coeficiente de curtose; Cs: coeficiente de assimetria; *N: distribuição normal pelo teste de Anderson-Darling; A: distribuição assimétrica; σ : desvio padrão; CV (%): Coeficiente de Variação; AD: Teste de Anderson-Darling;

Tabela 7. Valores médios de perfilhamento, altura de plantas e quantidade de falhas avaliados aos 30, 60 e 90 DAP e falha no plantio.

Velocidade (km h ⁻¹)	DAP		
	30	60	90
	Perfilhamento		
4	38,60 a	65,00 a	69,40 a
5	42,60 a	69,90 a	73,20 a
6	41,60 a	63,40 a	67,10 a
Média	40,77 ns	66,10 ns	69,90 ns
DMS	7,10	10,44	8,86
CV (%)	15,71	14,24	11,43
	Altura de plantas (cm)		
4	19,30 a	27,80 a	56,60 a
5	20,50 b	29,80 b	56,60 a
6	19,90 ab	30,90 b	55,40 a
Média	19,90 *	29,50**	56,20 ns
DMS	1,20	1,98	5,34
CV (%)	5,43	6,05	8,56
	Quantidade de Falhas		
4	2,20 a	0,90 a	0,60 a
5	1,80 a	0,70 a	0,30 a
6	1,80 a	1,20 a	0,30 a
Média	1,93 ns	0,93 ns	0,40 ns
DMS	1,02	0,70	0,63
CV (%)	47,53	67,13	141,09

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 10 % de probabilidade.

Os atributos físicos mostram valores de resistência do solo à penetração, densidade do solo e macroporosidade (Tabela 8) encontram-se próximos à média para os LATOSSOLOS VERMELHO EPIEUTROFÉRRICO, ao contrário de (SOUZA et al., 2006a,b) e SOUZA et al. (2010) que constataram modificações significativamente os atributos físicos do solo devido ao uso intensivo do LATOSSOLO VERMELHO EPIEUTROFÉRRICO, no nordeste do Estado de São Paulo, com o cultivo da cana-de-açúcar, preparo superficial excessivo e queima dos resíduos. A variável porosidade total (m³ m⁻³) corrobora com MOTA et al. (2011), mas a RMSP, macroporosidade e a densidade foram menores, ao contrario da microporosidade que foi maior que os dados do autor.

Tabela 8. Valores médios de teor de água (%), RMSP (MPa), macroporosidade (m^3m^{-3}), microporosidade (m^3m^{-3}), porosidade total (m^3m^{-3}) e densidade (Mg m^{-3}) avaliados na camada de 0,0 - 0,10 m, 0,10 - 0,20 m e 0,20 - 0,30 m em função das velocidades de deslocamento de 4, 5 e 6 km h^{-1} .

Velocidade (km h^{-1})	Profundidade (m)		
	0,0 - 0,10	0,10 - 0,20	0,20 - 0,30
	Teor de água (%)		
4	9,20 a	12,3 a	16,3 ab
5	8,40 a	13,1 a	14,8 a
6	9,90 a	17,0 b	18,5 b
Média	9,17 ^{ns}	14,13 ^{**}	16,53 [*]
DMS	1,82	3,04	3,31
CV (%)	17,93	19,40	18,04
	RMSP (MPa)		
4	0,82 a	1,47 a	1,58 a
5	0,76 a	1,50 a	1,57 a
6	0,82 a	1,38 a	1,51 a
Média	0,80 ^{ns}	1,45 ^{ns}	1,55 ^{ns}
DMS	0,13	0,25	0,32
CV (%)	14,95	15,52	18,68
	Macroporosidade (m^3m^{-3})		
4	0,120 ab	0,071 a	0,083 a
5	0,158 b	0,056 a	0,077 a
6	0,078 a	0,074 a	0,069 a
Média	0,119 ^{**}	0,067 ^{ns}	0,076 ^{ns}
DMS	0,048	0,025	0,035
CV (%)	36,76	33,02	41,52
	Microporosidade (m^3m^{-3})		
4	0,347 a	0,337 a	0,355 a
5	0,348 a	0,329 a	0,275 a
6	0,353 a	0,374 a	0,341 a
Média	0,349 ^{ns}	0,347 ^{ns}	0,324 ^{ns}
DMS	0,760	0,073	0,079
CV (%)	19,61	19,02	22,07
	Porosidade Total (m^3m^{-3})		
4	0,467 ab	0,408 a	0,438 b
5	0,506 b	0,385 a	0,353 a
6	0,431 a	0,448 a	0,410 ab
Média	0,468 ^{**}	0,413 ^{ns}	0,400 ^{**}
DMS	0,067	0,073	0,063
CV (%)	12,79	15,86	14,34
	Densidade (Mg m^{-3})		
4	1,242 ab	1,378 a	1,363 a
5	1,180 a	1,398 a	1,433 a
6	1,289 b	1,341 a	1,400 a
Média	1,237 ^{**}	1,372 ^{ns}	1,399 ^{ns}
DMS	0,092	0,103	0,072
CV (%)	6,68	6,74	4,63

[†] Em cada coluna, para cada variável, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; ^{ns}: não significativo; ^{*}: significativo a 5% de probabilidade. DMS: diferença mínima significativa; CV (%): Coeficiente de Variação;

Conforme a Tabela 9, os valores médios dos parâmetros químicos do solo não diferiram significativamente pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade, e poderiam ter interferido nas variáveis da Tabela 7, onde foram avaliados perfilhamento, altura de plantas e quantidade de falhas.

Tabela 9. Valores médios dos parâmetros químicos do solo, avaliados na camada de 0,0 - 0,20 m do plantio de cana-de-açúcar nas velocidades de 4, 5 e 6 km h⁻¹.

Velocidade (km h ⁻¹)	MO (%)	pH CaCl ₂	P res mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V (%)
4	3,10 a	5,40 a	36,3 a	2,81 a	34,80 a	13,66 a	33,20 a	51,27 a	84,54 a	60,54 a
5	3,05 a	5,24 a	33,4 a	2,98 a	32,16 a	12,19 a	33,80 a	47,33 a	84,61 a	55,90 a
6	2,98 a	5,37 a	35,4 a	2,56 a	32,12 a	12,19 a	37,20 a	46,87 a	80,68 a	58,16 a
Média	3,04 ^{ns}	5,34 ^{ns}	35,03 ^{ns}	2,78 ^{ns}	33,02 ^{ns}	12,68 ^{ns}	34,73 ^{ns}	48,49 ^{ns}	83,27 ^{ns}	58,20 ^{ns}
DMS	0,20	0,27	5,72	1,03	5,18	2,29	6,73	7,12	4,31	7,80
CV (%)	6,00	4,63	14,73	33,43	14,15	16,28	17,48	13,24	4,67	12,08

¹ Em cada coluna, para cada variável, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; ^{ns}: não significativo; *: significativo a 5% de probabilidade. DMS: diferença mínima significativa; CV (%): Coeficiente de Variação.

O fato de o número de gemas e cobertura dos rebolos (Figuras 5.b,d, respectivamente) terem apresentado pontos fora de controle pode ser justificado em virtude de o plantio de meiosi requerer treinamento de equipe e acompanhamento intensivo no processo (TAUBE, 2009) para que se atinja a qualidade desejada no processo de plantio. Esta qualidade do processo pode ser fundamental para a realização de um bom plantio, que deve ser realizado dentro dos mesmos padrões da colheita. Esta sincronia entre os padrões de plantio e colheita pode ser obtida com o uso do sistema meiosi, desde que se atente para as causas de variação do processo.

De modo geral, as menores variabilidades ocorreram nas velocidades de deslocamento 6 km h^{-1} , o que pode ser constatado pelo encurtamento entre os limites de controle (Figuras 5.b, d, e, f). A velocidade de 5 km h^{-1} , também apresentou menores variabilidade do processo nas variáveis gemas inviáveis (Figura 5.c), comprimento dos rebolos (Figura 5.h).

A amplitude de distribuição dos dados para a variável número de rebolos é reflexo da deficiência dos mecanismos dosadores sendo o maior desafios das plantadoras, devido a variabilidade da dimensão dos rebolos, corroborando RIPOLI & RIPOLI (2010) que avaliou 5 plantadoras de cana observando em todas as máquinas a mesma dificuldade.

A qualidade da muda é fundamental para a brotação da cana, assim o baixo percentual médio de gemas inviáveis (Figura 5.c) contribui para que a operação de plantio estivesse sob controle.

Apesar da variável profundidade dos sulcos estar sob controle observa-se que há uma grande variabilidade dos dados, sendo que as possíveis causas podem ter sido falha no controle das rodas limitadoras de profundidade, mancha de solo, diferença no nível topográfico do solo, ou até mesmo pode ter sido causado por falha humana no controle das rodas limitadoras de profundidade (DOJAS, 2007).

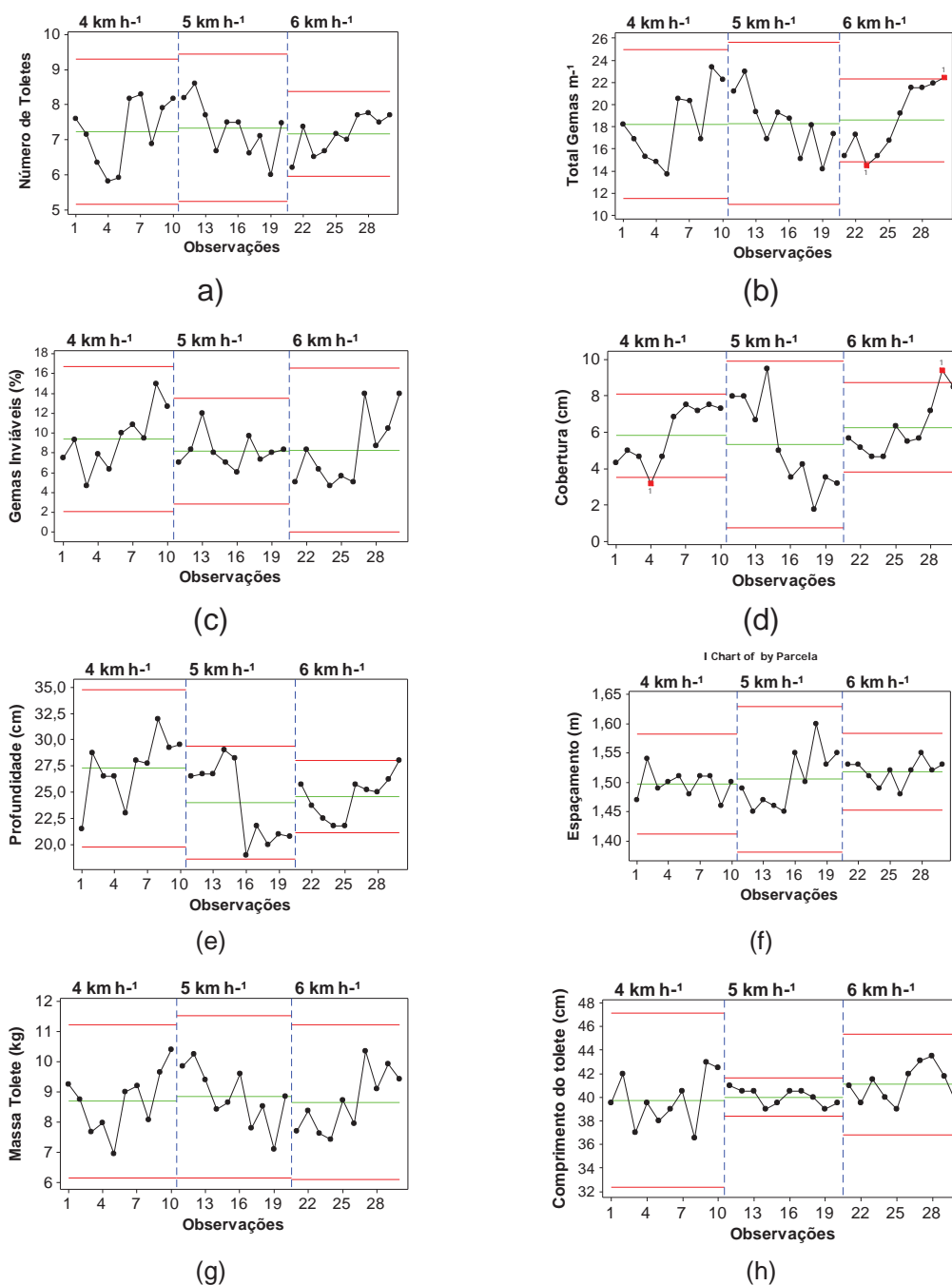


Figura 5. Carta de controle para variáveis relacionadas às variáveis biométricas: número de rebolos (a), total de gemas (b), gemas inviáveis (c), cobertura dos rebolos (d), profundidade do sulco (e), espaçamento entre sulcos (f), massa dos rebolos (g) e comprimento dos rebolos (h).

De acordo com os parâmetros de desempenho operacional, os conjuntos trator-plantadora I e II apresentaram processo que é estável, exceto para as variáveis, pressão de óleo (Figuras 7.c), temperatura do motor (Figuras 6.d; 7.d) e temperatura do hidráulico (Figuras 6.e; 7.e). Com relação às

variáveis houve uma distribuição uniforme em função das velocidades de deslocamento.

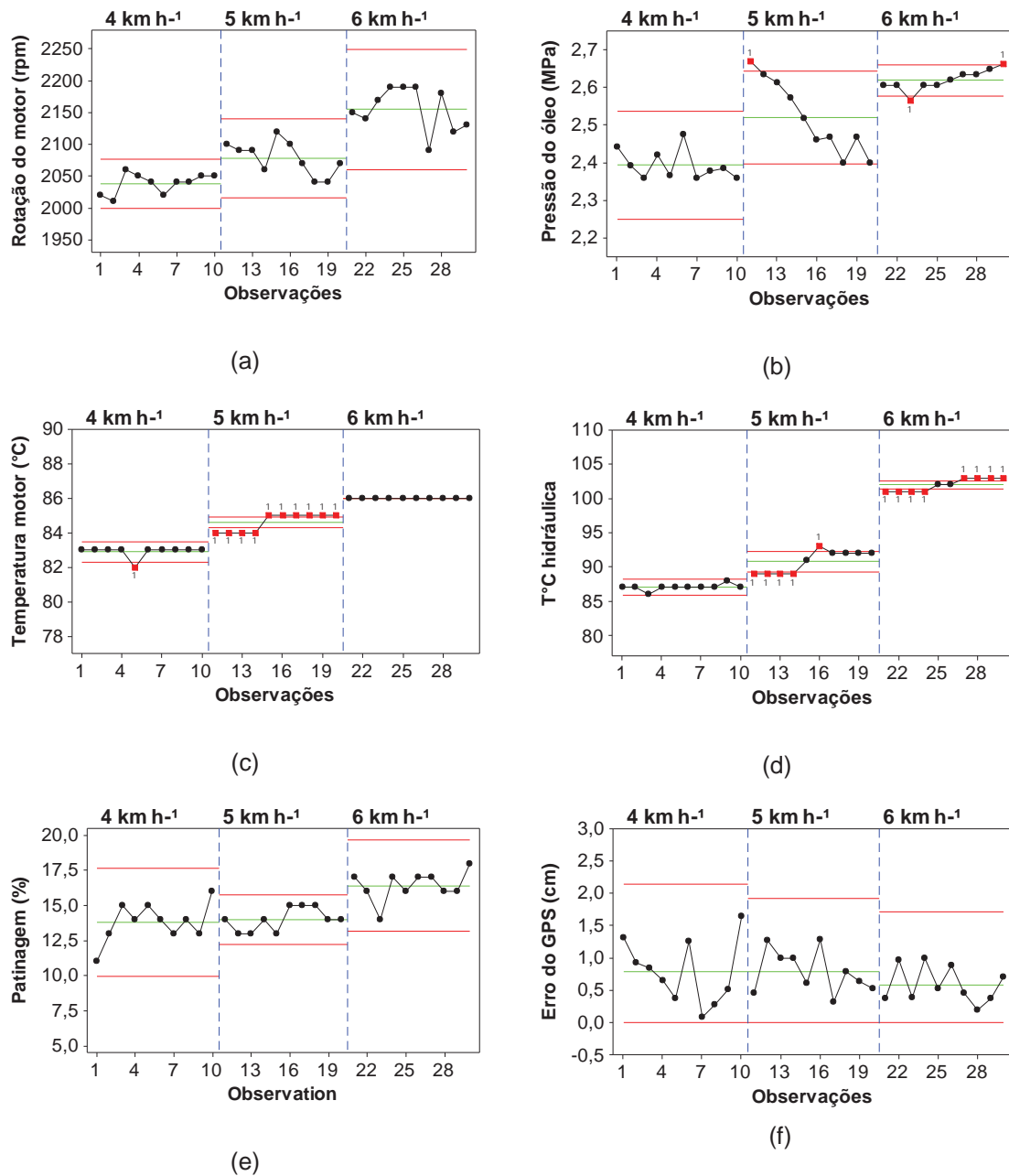


Figura 5. Carta de controle para variáveis relacionadas ao desempenho operacional do conjunto trator plantadora I: rotação do motor (a), pressão de óleo (b), temperatura do motor (c), temperatura hidráulica (d), patinagem (e), erro de cruzamento da linhas do GPS (f).

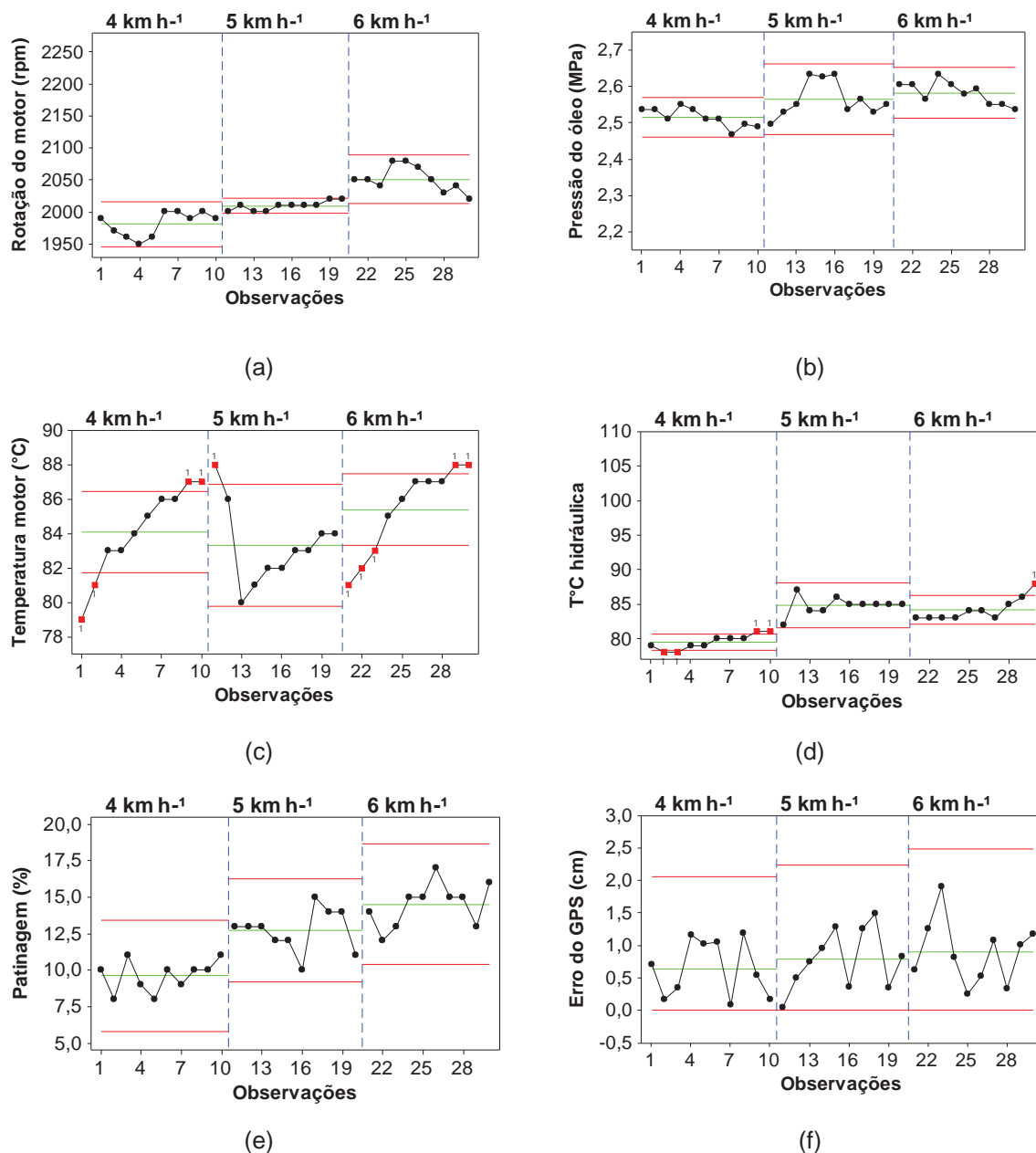


Figura 6. Carta de controle para variáveis relacionadas ao desempenho operacional do conjunto trator plantadora II: rotação do motor (a), pressão de óleo (b), temperatura do motor (c), temperatura hidráulica (d), patinagem (e), erro de cruzamento das linhas do GPS (f).

O número de rebolos, o total de gemas, % de gemas inviáveis, a cobertura do solo, a profundidade de sulcos, a massa de rebolos, a pressão do óleo (I) e (II), a temperatura do motor (I) e (II) e a temperatura do óleo hidráulico (I) e (II) foram considerados instáveis. Estes resultados indicam a necessidade de maior controle nas velocidades de plantio de cana-de-açúcar, o

que pode ser conseguido atuando-se nos fatores conhecidos como “6 M’s” (mão de obra, matéria-prima, método, medição, máquina e meio ambiente).

Já, as variáveis estáveis no processo de plantio foram espaçamento entre sulcos, comprimento dos rebolos, rotação do motor (I) e (II), patinagem (I) e (II), além do erro de cruzamento (I) e (II).

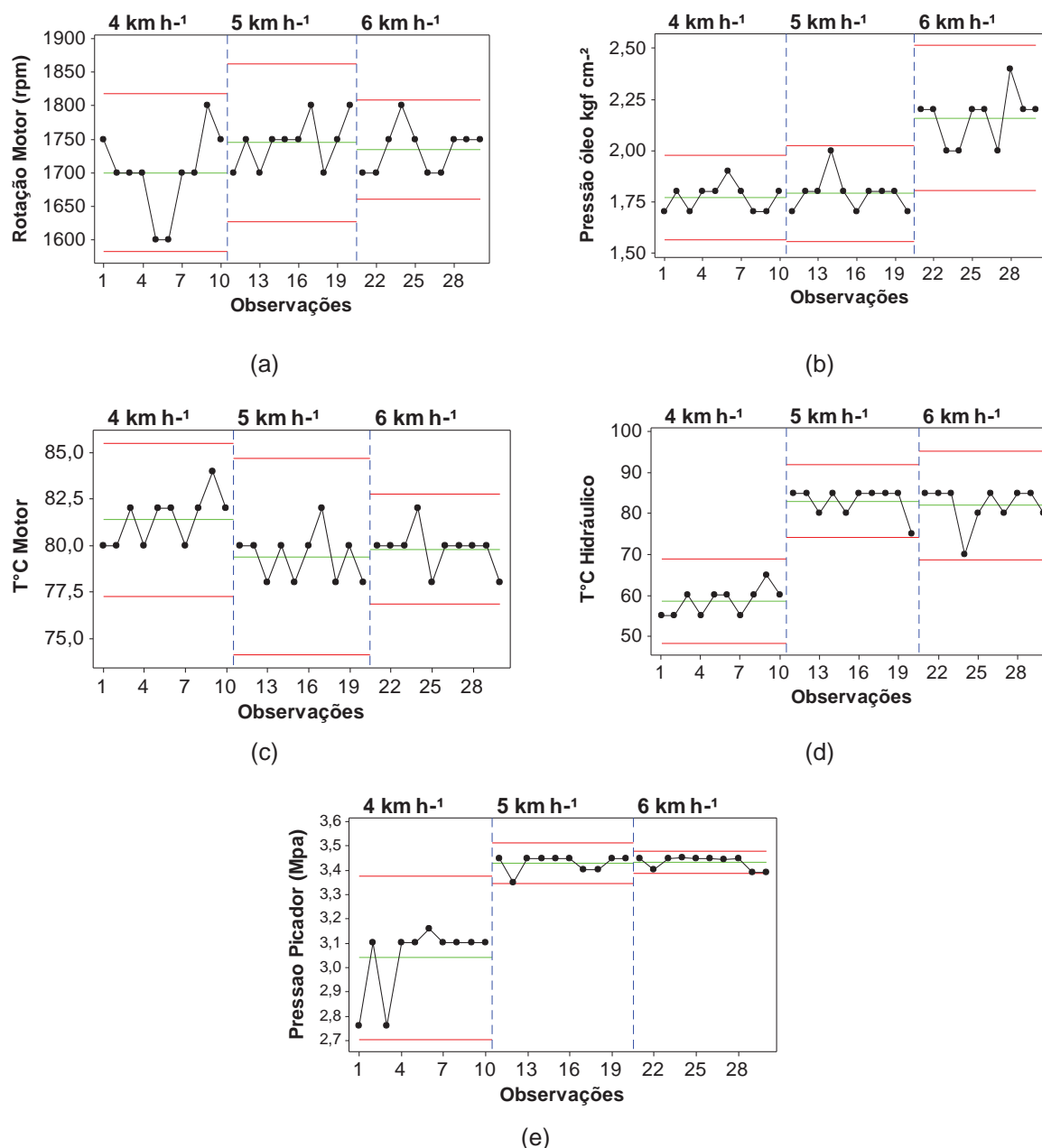


Figura 7. Carta de controle para variáveis relacionadas ao desempenho operacional da colhedora: rotação do motor (a), pressão de óleo (b), temperatura do motor (c), temperatura hidráulica (d), pressão do picador (e).

As variáveis número de perfilhos e altura de plantas (Figura 7) são apresentados conforme os dias após o plantio, sendo que foram realizados testes para encontrar a equação mais adequada, sendo que o perfilhamento a equação que mais se adequou foi a logarítmica e para altura de planta a exponencial.

Observa-se que o perfilhamento foi alto até 60 DAP e depois se manteve estável. No entanto, a altura de plantas apresentou crescimento lento até 60 DAP, e depois rápido, devido ao enraizamento, utilização do adubo e condições climáticas (SUGUITANI, 2006). Ainda, nota-se que o comportamento foi semelhante para as três velocidades para ambas variáveis, ou seja, as velocidades não afetaram o perfilhamento e a altura de plantas, sendo possível trabalhar em velocidades maiores para obter maior capacidade de campo operacional, porém sempre mantendo a qualidade da operação.

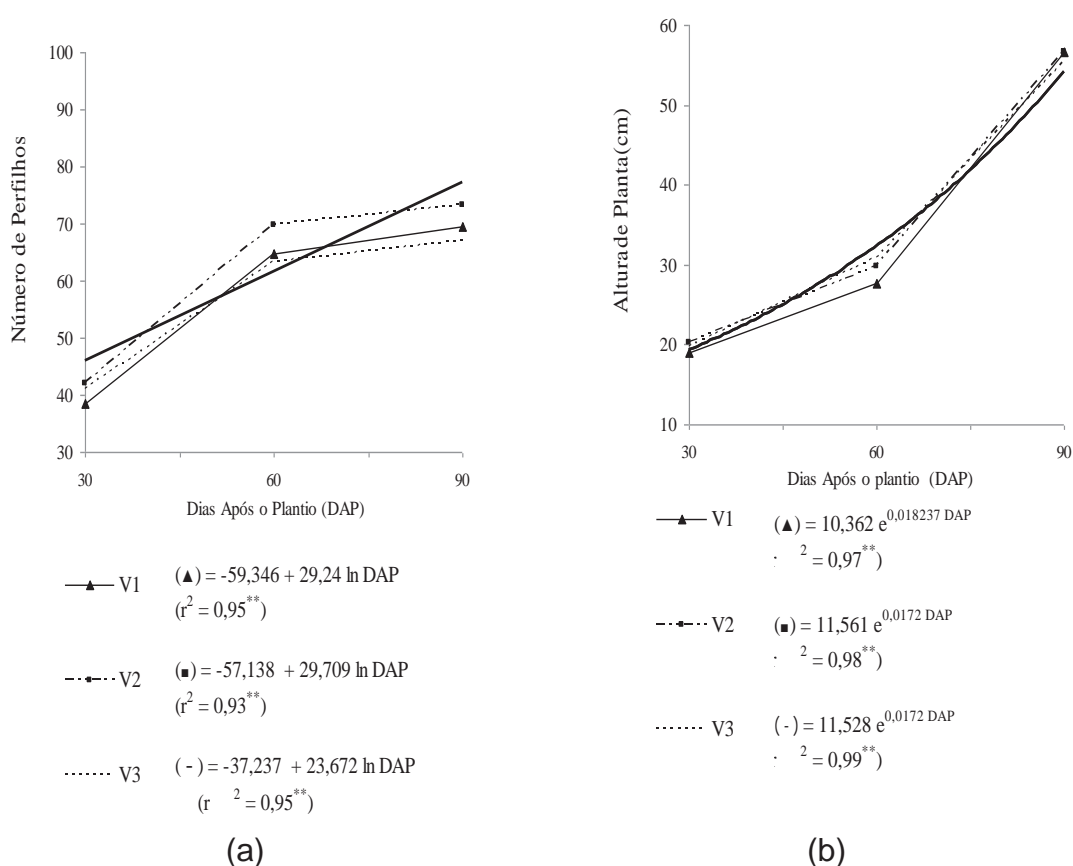


Figura 8. Gráfico perfilhamento (a) e altura de planta (b) aos 30, 60, 90 DAP.

5 CONCLUSÕES

O aumento de 50% na velocidade no sistema meiosi não afetou a qualidade da operação de plantio, portanto pode-se trabalhar na maior velocidade para se obter maior capacidade de campo operacional.

As mudas sofreram menores danos velocidade de 5 e 6 km h⁻¹.

O controle estatístico mostrou ser uma importante ferramenta para monitorar o comportamento das variáveis analisadas, sendo uma maneira de se aprimorar o controle das variáveis no processo de plantio meiosi.

6 REFERÊNCIAS

BAIO, F. H. R.; MORATELLI, R. F. Avaliação da acurácia no direcionamento com piloto automático e contraste da capacidade de campo operacional. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 367-375, 2011.

BARROS, F. F.; MILAN, M. Qualidade operacional do plantio de cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p. 221-229, 2010.

BEAUCLAIR, E. G. F.; SCARPARI, M. S. Noções fitotécnicas. In: RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C.; CASAGRANDE, D. V. (Org). **Plantio de cana-de-açúcar: estado da arte**. Piracicaba: Edição dos Autores, 2006. v. 1, p 80-91.

CAMPOS, C. M.; MILAN, M.; SIQUEIRA, L. F. F. Identificação e avaliação de variáveis críticas no processo de produção da cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 554-564, 2008.

CARLIN, S. D.; SILVA, M. A.; PERECIN, D. Fatores que afetam a brotação inicial da cana-de-açúcar. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 51, n. 296, p. 457-466, 2004.

CEBIM, G. J. **Plantio Mecânico de cana de açúcar (Sccharum spp.): desempenho operacional e econômico**. 2008. 101 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2008.

CEBIM, V. L. M.; CEBIM, G.; RIPOLI, T. C. C.; OLIVEIRA, A. S. Biometria de mudas de cana-de-açúcar (Sacharum spp.) em dois sistemas de plantio. **Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil**, Piracicaba, v. 27, p. 38-41, 2008.

DIAS, L. C. S.; ZANIN, R.; TAMELLINE JÚNIOR, A. Produção de cana pelo sistema MEIOSI. **Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil**, v.14, p.13-15, 1995.

DOJAS, F. Controle estatístico de processo e análise de capacidade em operação de plantio mecanizado de cana de açúcar. **Trabalho de graduação**. UNESP, Campus de Jaboticabal, vi, 60 f.; 2007.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1979. 247 p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Centro Nacional de Pesquisas de Solos, 1999. 412 p.

GARCIA, M. A. L. Avaliação de um sistema mecanizado de plantio de cana de açúcar. 2008. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2008.

NHS Scotland. Statistical process control: tutorial guide monitoring quality in healthcare. Disponível em:
www.indicators.scot.nhs.uk/SPC/Statistical_Process_Control_Tutorial_Guide_010207.pdf. Acesso em: 28 ago. 2010.

PAES, A.T. O que fazer quando a distribuição não é normal? **Einstein – Educação Continuada em Saúde**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 3-4, 2009.

JANINI, D. A.; RIPOLI, T. C. C.; CEBIN, G. Análise operacional e econômica do sistema de plantio mecanizado de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil**, Piracicaba, v. 26, p. 51-57, 2008.

KROES, S.; HARRIS, H. D. Knockdown causes major damage to cane during harvesting. In: Conference of Australian Society of Sugar Cane Technologists, 18., 1996, Mackay. **Proceedings...** Brisbane: Watson Fergusson, 1996. p.137-144.

MELLO, R. C.; LANÇAS, K. P. Colheita mecanizada de mudas de cana-de-açúcar com lâminas de corte de base serrilhadas. In: XXXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2009.

MELLO, R. C.; HARRIS, H. Desempenho de cortadores de base para colhedoras de cana-de-açúcar com lâminas serrilhadas e inclinadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, p. 355-358, 2003.

MILAN, M.; FERNANDES, R. A. T. Qualidade das operações de preparo do solo por controle estatístico de processo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, p. 261-6, 2002.

MOTA, M. S.; CREMON, C.; MAPELI, N. C.; SILVA, W. M.; MAGALHÃES, W. A.; CREMON, T. Qualidade e atributos físicos de um Latossolo Vermelho Distroférico típico em diferentes sistemas de manejo. **Revista Agrarian**. Dourados, v. 4, n. 12, p. 105-112, 2011. ISSN: 1984-2538

NORONHA, R. H. F.; SILVA, R. P.; CHIODEROLI, C. A.; SANTOS, E. P.; CÁSSIA, M. T. Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada diurna e noturna de cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p.1-8, 2011.

PAULI, D. G. Planejamento da qualidade do plantio mecanizado de cana de açúcar. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 79p.: il. Piracicaba, 2009.

PELOIA, P. R.; MILAN, M.; ROMANELLI, T. L. Capacity of the mechanical harvesting process of sugar cane billets. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, p. 619-623, 2010.

PINAZZA, A. H.; STOLF, R.; MARGARIDO, L. A. C.; MACEDO, N. Sistema de produção de cana-de-açúcar em sulco duplo para a viabilização da mecanização de culturas intercalares. **Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil**, Piracicaba, v. 27, p. 73-76, 2008.

PONCIANO, N. J.; FERNANDES, P. G.; SOUZA, P. M.; NEY, M. G.; COSTA, J. B. Avaliação econômica do cultivo de cana no sistema convencional e no sistema meiosi. In: XLVIII CONGRESSO SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL. Campo Grande, 25 a 28 de julho de 2010.

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análise de solos para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 31 p. (Boletim Técnico, 81).

REIS, G. N. **Perdas na colheita mecanizada de cana-de-açúcar crua em função do desgaste das facas do corte de base**. 2009. 89 f. Tese (Doutorado), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

RIBEIRO, C.A. **Variabilidade espacial da resistência mecânica do solo à penetração em áreas mecanizadas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*)**. 2010. 69 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2010.

RIPOLI, T.C.C.; NERY, M.S.; de LEÓN, M.J.; PIEDADE, S.M.S. Desempenho operacional de uma colhedora em cana crua em função da velocidade de avanço. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.19, p.199-207, 1999.

RIPOLI, M. L. C.; RIPOLI, T. C. C. Plantadoras nos canaviais. **Cultivar Máquinas**. Pelotas, v. 6, n. 55, p. 16-19, 2006.

RIPOLI, M. L. C.; RIPOLI, T. C. C. Evaluation of five sugar cane planters. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, p. 1110-1122, 2010.

SALVI, J. V.; MATOS, M. A.; MILAN, M. Avaliação do desempenho de dispositivo de corte de base de colhedora de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 201-209, 2007.

SANTOS, E. P. **Rebrota de duas variedades de cana-de-açúcar colhida crua sob dois níveis de desgaste das facas do mecanismo de corte basal**. 2008. 55 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2008.

SILVA, M. A.; JERONIMO, E. M.; LUCIO, A. C. Perfilhamento e produtividade de cana-de-açúcar com diferentes alturas de corte e épocas de colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, vol.43, n.8, pp. 979-986, 2008. ISSN 0100-204X.

SILVA, R. P.; CORRÊA, C. F.; CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A. Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 292-304, 2008.

SOUZA, Z. M.; MARQUES JUNIOR, J.; COOPER, M.; PEREIRA, G. T. Micromorfologia do solo e sua relação com atributos físicos e hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 3, p. 487-492, mar. 2006a.

SOUZA, Z. M.; CAMPOS, M. C. C.; CAVALCANTE, Í. H. L.; MARQUES JÚNIOR, J.; CESARIN, L. G.; SOUZA, S. R. Dependência espacial da resistência do solo à penetração e teor de água do solo sob cultivo de cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 128-134, 2006b.

SOUZA, Z. M.; MARQUES JUNIOR, J.; PEREIRA, G. T. Geoestatística e atributos do solo em áreas cultivadas com cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n.1, p. 48-56. Epub Dec 11, 2009. ISSN 0103-8478.

STOLF, R. Metodologia de avaliação de falhas nas linhas de cana-de-açúcar. **Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil**, Piracicaba, v. 4, n. 6, p. 22-36, jul./ago. 1986.

STOLF, R.; BARBOSA, V. Quantidade de muda nos sulcos de plantio da cana-de-açúcar em espaçamentos convencionais e estreitos: (I) qual é o valor?. **Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil**, Piracicaba, v. 9, n. 1/2, p. 28-30, set/dez.1990.

SUGISAWA, J.M.; FRANCO, F.N.; SILVA, S.S.S.; PECHE FILHO, A. Qualidade de aplicação de herbicida em lavoura de trigo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, p.41-7, 2007.

SUGUITANI, C. Entendendo o crescimento e produção da cana de açúcar: avaliação do modelo Mosicas.2006, 60p.: il. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

TAUBE, J. S. Já há quem plante 100% com máquina. **CanaMix**, Ribeirão Preto. v.2, n.20, p. 72-78, nov, 2009. Motomecanização. ISSN 2236-3351.

TAUBE, J. S. Meiose é 10! **CanaMix**, Ribeirão Preto. v.3, n.22, p. 34 -36, fev. 2010., Motomecanização.. ISSN 2236-3351.

TOLEDO, A.; TABILE R. A.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; MAGALHÃES, S. C.; COSTA, B. O. Caracterização das perdas e distribuição de cobertura vegetal em colheita mecanizada de soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, p. 710-719, 2008.

TOLEDO, A; SILVA, R.P.; FURLANI, C.E.A. Facas do corte basal e qualidade operacional da colheita mecanizada de cana-de-açúcar crua. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, 2011. No Prelo.

MANUAL: Good management practices manual for the cane sugar industry. ÚNICA, 10 de janeiro de 2012. Disponível em:

<http://www.unica.com.br/noticias/show.asp?nwsCode={7D848761-7DF7-4986-91B4-E0F3446F0080}> .Acesso em: 01 de abril de 2012.

VIEIRA, S.R.; MILLETE, J.; TOPP, G.C.; REYNOLDS, W.D. Handbook for geoestatal analysis of variability in soil and climate data. In: ALVAREZ V.V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R.; BARROS, N.F.; MELLO, J.W.V.; COSTA, L.M. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. v.2, p.1-45.