

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO”**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**QUALIDADE DE SISTEMAS DE PLANTIO EM CULTIVARES
DE CANA-DE-AÇÚCAR**

Remo Marini Zoia
Engenheiro
Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Julho de 2013

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO”**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**QUALIDADE DE SISTEMAS DE PLANTIO EM CULTIVARES
DE CANA-DE-AÇÚCAR**

Remo Marini Zoia

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo A. Furlani

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Ciência do Solo).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Julho de 2013

Z85q Zoia, Remo Marini
Qualidade de Sistemas de Plantio em Cultivares de Cana-de-
Açúcar/ Remo Marini Zoia. -- Jaboticabal, 2013
vii, 49 f.: il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013
Orientador: Carlos Eduardo Angeli Furlani
Banca examinadora: Danilo Cesar Checchio Grotta; Rouverson
Pereira da Silva
Bibliografia

1. Mecanização. 2. Eficiência Varietal. 3. Controle de Qualidade. I.
Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.33:633.61

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da
Informação Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de
Jaboticabal. e-mail: rmzoia@yahoo.com.br

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Remo Marini Zoia, filho de Sergio Eduardo Zoia e Núbia Helena Marini, nasceu em São Carlos, estado de São Paulo, no dia 5 de novembro de 1983. Cursou até o 2º grau em São Carlos e em 2002 iniciou o curso de Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Lavras, em Minas Gerais, aonde veio a concluir em 2008. Em abril de 2006, realizou um intercâmbio de estágio agrícola para os Estados Unidos, onde trabalhou em fazendas agrícolas. Em dezembro de 2008, passou a ser colaborador da empresa BIOSEV, na unidade de Lagoa da Prata, em Minas Gerais. Em fevereiro de 2009, começou o MBA em Gestão do Agronegócio pela USP, aonde veio a concluir em setembro de 2010. E em Fevereiro de 2010, foi transferido para a unidade de Jaboticabal, pela mesma empresa e a partir de março de 2011 iniciou o curso de mestrado em Ciência do Solo, pela Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Jaboticabal, concluindo-o em julho de 2013.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao nosso senhor Deus por estar sempre guiando meus passos e me permitir mais uma conquista.

À minha querida e amada família que sempre me auxiliou com amparo e muito carinho.

À minha amada e admirada esposa que incondicionalmente esteve ao meu lado.

Ao Professor Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani que depositou tamanha confiança e me orientou de maneira ímpar.

Ao Mse. Engenheiro Agrônomo, Marcelo Boamorte Raveli, pela ajuda e contribuição indispensável durante o desenvolvimento do trabalho.

Ao Mse. Engenheiro Agrícola Ariel Muncio Compagnon, pelo grande apoio e pela convivência.

E a todos do LAMMA (Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola) que, de uma forma ou de outra, auxiliaram para este momento.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS.....	iii
LISTA DE TABELAS	iv
LISTA DE FIGURAS	v
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 A Cana-de-Açúcar	3
2.2 Plantio de Cana de Açúcar	4
2.3 Plantio Semimecanizado	6
2.4 Plantio Mecanizado	7
2.5 Controle de Qualidade no Plantio	9
2.5.1 Espaçamento Entre Sulcos	10
2.5.2 Profundidade de Sulco	11
2.5.3 Falhas na Deposição de Mudanças no Sulco	11
2.5.4 Gemas Totais e Gemas Viáveis.....	12
2.6 A Cultivar RB835054	12
2.7 A Cultivar SP813250.....	14
2.8 Controle Estatístico de Processo	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Características da Área.....	17
3.2 Máquinas e Implementos Usados nas Operações	18
3.2.1 Preparo de Solo	18
3.2.2 Plantio Semimecanizado	19
3.2.3 Plantio Mecanizado	19
3.3 Métodos.....	20
3.3.1 Paralelismo entre Sulcos	21
3.3.2 Profundidade de Sulcação	22
3.3.3 Gemas Totais, Danificadas, Viáveis e Inviáveis.....	22
3.3.4 Falhas na Deposição de Mudanças	23

3.3.5 Delineamento Experimental	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5. CONCLUSÕES	45
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

LISTA DE ABREVIATURAS

CEP – Controle Estatístico do Processo;

cmolc – centimolc;

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento;

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária;

E – Leste;

g – grama(s);

ha – Hectare;

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;

kg – Quilograma;

km h⁻¹ – quilômetros por hora;

kW – Quilowatts;

L – Litros;

LSC – Limite Superior de Controle;

LIC – Limite Inferior de Controle;

LVd – Latossolo Vermelho distrófico;

m – metros;

N – Norte;

PVa – Argissolo Vermelho amarelo;

RIDESA – Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro;

RPM – Rotações Por Minuto;

S – Sul;

t – toneladas;

TDA - Tração Dianteira Auxiliar;

W – Oeste;

6 M's – Matéria-prima, Mão-de-obra, Métodos, Máquinas, Medição e Meio ambiente.

LISTA DE TABELAS

	Página
1. Análise de Granulometria e Textura Média das Glebas Avaliadas.....	18
2. Modelos de ajuste dos dados espaçamento entre sulcos, profundidade, gemas totais, gemas viáveis e falhas na deposição de mudas.....	21
3. Estatística descritiva para as variáveis espaçamento e profundidade de sulcos, gemas totais e viáveis e falhas na deposição de mudas.....	26
4. Análise de Variância e Teste de Médias para Espaçamento e Profundidade de Sulcos	27
5. Análise de variância e teste de médias para gemas totais, gemas viáveis e falhas na deposição de mudas.....	27
6. Desdobramento da interação entre os fatores plantio e cultivar para a variável falhas da deposição de mudas.....	30
7. Estatística descritiva para as variáveis espaçamento e profundidade de sulcos, gemas totais e viáveis e falhas na deposição de mudas.....	36
8. Análise de variância e teste de médias para espaçamento e profundidade entre sulcos	37
9. Desdobramento da interação entre os fatores plantio e cultivar para a variável espaçamento entre sulcos	36
10. Desdobramento da interação entre os fatores plantio e cultivar para a variável profundidade do sulco	39
11. Análise de variância e teste de médias para gemas totais, gemas viáveis e falhas.....	39

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Opções de sistema de plantio no Brasil	7
2. Conjunto Trator Subsolador utilizado no preparo de solo	18
3. Conjunto Trator Sulcador usado para plantio semimecanizado	19
4. Conjunto Trator Plantadora Plantio Mecanizado	20
5. Determinação de Profundidade de Sulcação	22
6. Cartas de controle para espaçamento entre sulcos	31
7. Carta de controle para profundidade de sulco.....	32
8. Carta de controle gemas totais (un m^{-1})	33
9. Carta de controle para gemas viáveis (un m^{-1}).....	34
10. Carta de controle para falhas na deposição de mudas (%).....	35
11. Carta de controle para espaçamento entre sulcos (m).....	40
12. Carta de controle para profundidade de sulco (m)	41
13. Carta de controle para gemas totais (un m^{-1})	42
14. Carta de controle para gemas viáveis (un m^{-1}).....	43
15. Carta de controle para falhas na deposição de mudas (%).....	44

QUALIDADE DE SISTEMAS DE PLANTIO EM CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR

RESUMO - A cana-de-açúcar tem expressiva importância no Brasil. Desde o descobrimento e colonização, seu cultivo colabora com o desenvolvimento do país, pois é uma cultura de forte presença no campo econômico, com as produções de açúcar e etanol, e no social, com a geração de empregos. Diante da grande escassez de área em alguns estados, a necessidade de análises de projetos já existentes e novos projetos de aumento de produtividade e redução de custos se fazem necessários. A combinação de cultivares com diversas características é um dos trunfos para que o setor de bioenergia brasileiro tenha base para conseguir se manter no topo, visto que temos um grande leque de opções para os mais diferentes ambientes e situações. Para dois tipos de cultivares com dois sistemas de plantio houve diferenças qualitativas no que se diz respeito ao número de gemas, danos às gemas, paralelismo e falhas na deposição de mudas. Diante disso, o presente trabalho propôs-se avaliar a qualidade de operação de duas cultivares de cana-de-açúcar em dois diferentes sistemas de plantio. As cultivares usadas foram: RB835054 e SP813250 nos seguintes sistemas de plantio: semimecanizado e mecanizado. Os sistemas de plantio semimecanizado apresentaram valores melhores para as variáveis gemas totais, gemas viáveis e falhas. Para profundidade de sulcos os valores se assemelharam entre os dois sistemas. Já para o sistema de plantio mecanizado houve melhores valores para a variável espaçamento entre sulcos. Entre as cultivares houve valor semelhante para quase todas as variáveis estudadas, mas para falhas na deposição de mudas a cultivar SP813250 obteve resultados insatisfatórios quando comparada à RB835054 no sistema de plantio mecanizado.

PALAVRAS-CHAVE: Mecanização, Eficiência Varietal, Controle de qualidade

QUALITY SYSTEMS PLANTING IN CULTIVARS OF SUGARCANE

ABSTRACT. The sugarcane has a significant importance in Brazil. Since the discovery and colonization, its cultivation contributes to the development of the country. It is a culture of strong presence in the economic field, with production of sugar and ethanol, and social, with the creation of jobs. Given the dearth of area in some states, the need for analysis of actual projects and new projects to increase productivity and reduce costs are needed. The combination of varieties with different characteristics is one of the assets that the Brazilian bioenergy sector has base to get to stay on top, since we have an extensive menu for the most different environments and situations. For two kinds of cultivars with two planting systems will supposedly qualitative differences as regards the number of buds, damage yolks, parallelism and seedling failure deposition. Therefore, the present study aimed to evaluating the operation quality of two cultivars of sugarcane at two different tillage systems. The cultivars used were: RB835054 and SP813250 in the following cropping systems: semi-mechanized and mechanized. The semi-mechanized planting systems showed better values for the variables total buds, viable buds and failures. For furrows depth there had very similar values. As for the mechanized planting was best values for the variables spacing between furrows. Among the cultivars there were similar values for almost all variables but for seedling failures deposition the cultivar SP813250 obtained unsatisfactory results when compared to RB835054 in the mechanized planting system

KEYWORDS: Mechanization, Varietal Efficiency, Quality Control

1. INTRODUÇÃO

A expansão do consumo de açúcar e álcool em todo o mundo tem feito com que o Brasil ganhe cada vez mais investimentos para seu desenvolvimento. Desde que passamos a utilizar a máquina, como parte fundamental dos processos agrícolas da cana de açúcar em geral, vemos a necessidade, de cada vez mais, aprimorarmos seu desempenho, tanto do ponto de vista de produtividade como de consumo energético, seja adequando os processos ou aprimorando estas máquinas.

De acordo com Dias Neto (2000), a indústria sucroalcooleira ocupa lugar de destaque no negocio brasileiro. Mas estas regiões de cultivo de cana de açúcar estão cada vez mais escassas, principalmente no estado de São Paulo. Diante disso as usinas de cana de açúcar têm investido cada vez mais no aumento de produtividade consequentemente, todas as atividades correspondentes à implantação de um canavial necessitam estar com um custo mínimo e que onere cada vez menos o produtor.

No primeiro levantamento feito em abril/13, para a safra 2013/2014, a CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) levantou que para esta temporada, a cultura da cana de açúcar continua em renovação. A expectativa é que na região Centro Sul as usinas invistam mais em renovação de canaviais do que em expansão de novas áreas.

Vários fatores interferem na produção da cultura da cana-de-açúcar, sendo os principais a interação edafoclimática, o manejo da cultura e a cultivar escolhida. Esses fatores que interferem na produção e qualidade da cana-de-açúcar, estão sendo constantemente estudados sob diferentes aspectos. Estudar a cultura no seu ambiente de desenvolvimento pode gerar uma enorme quantidade de informações para adequar o melhor manejo e cultivar para os específicos ambientes (solo e clima). Assim é possível explorar ao máximo o local de produção para promover o melhor rendimento da cultura e consequentemente maior lucratividade ou competitividade para as agroindústrias da cana-de-açúcar (MAULE et al., 2001).

Com toda esta importância do setor, a base de processo agrícola que começa desde a captação das áreas, do preparo de solo e consequentemente do plantio da cana de açúcar, não pode ficar aquém das expectativas. As usinas, conhecendo

todas estas informações, não poderiam deixar o processo agrícola sem uma avaliação, por isso cada vez mais vem se investindo em consultorias especializadas, treinamentos e principalmente em equipes internas de controle de qualidade, treinadas totalmente dentro da cadeia produtiva e moldando, de forma a alcançar o ápice da qualidade, os setores da atividade.

Nestes setores, se encontra o plantio onde QUINTELA et al. (1997) afirmam que o plantio tem que se adequar aos requisitos de qualidade para conseguir uma produtividade que não afete os custos de produção. Entretanto, as atividades quando não podem ser retiradas do processo devem ser minimizadas ao máximo para que o custo de produção seja menor. Esta diminuição de custos é alcançada, também, através do controle de qualidade nas partes que compõe o plantio, ou seja, desde o corte da muda até a sua cobertura. A escolha do sistema que iremos usar para plantar seja ele mecanizado ou semimecanizado já nos conduz a algumas vertentes que necessitamos prestar atenção ao optar.

A opção de plantarmos mecanicamente nos conduz a vários benefícios, o mais explícito deles é a redução expressiva da mão de obra utilizada e também do fator competitividade que nitidamente é levantado com esta modificação. Mas esta busca incondicional de cada vez mais querermos o máximo com o mínimo, nos torna susceptíveis a falhas e talvez seja este o grande gargalo que temos que nos intrigar. O uso destes sistemas inovadores será paralelo à qualidade, as cultivares usadas para tais sistemas são as mais adequadas, os danos que tivermos serão corrigíveis com estes sistemas de plantio.

Com todas estas questões, o presente trabalho propôs-se avaliar a qualidade de operação de plantio com duas cultivares de cana-de-açúcar, amplamente utilizadas em nosso país, em dois sistemas de plantio difundidos no setor, sistema de plantio semimecanizado e sistema de plantio mecanizado em uma usina de açúcar e álcool no estado de São Paulo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cana de Açúcar

A cana-de-açúcar pertencente a família Poaceae e ao gênero *Saccharum*, que abrange várias espécies, porém as canas atualmente cultivadas são híbridas. O local exato de sua origem ainda desperta dúvida. A hipótese mais aceita sobre a expansão da cana-de-açúcar é que ela tenha sido cultivada inicialmente na região do golfo da Bengala e vagarosamente outros povos como Persas, chineses e árabes foram conhecendo e expandindo seu cultivo. Depois de um início com muitas dificuldades e tentativas frustradas em várias regiões, a cana-de-açúcar, encontrando características climáticas favoráveis e solos férteis, se expandiu rapidamente pelo nordeste de nosso país (CAIRO, 1924; CALMON, 1935; CORREA, 1935 citado por LANDELL, 2008).

No Brasil, a planta é a principal matéria-prima para a fabricação do açúcar e álcool (etanol), é uma C4 que apresenta necessidade alta de luz e suas características ganham espaço dependendo do ambiente de produção que são inseridas.

Esta *Poaceae* semiperene é oriunda de uma gema de seu colmo, e pode se desenvolver em ciclos de três até dez anos dependendo da manutenção do canavial. A planta da cana-de-açúcar possui parte aérea, a qual é formada por colmos, folhas e inflorescência e, outra parte subterrânea constituída de raízes fasciculadas, em que cerca de 85% se encontram nos primeiros 0,50 metros de profundidade, além de rizomas que são responsáveis pelo perfilhamento das touceiras. As novas touceiras se originam dos rizomas que rebrotarão após a colheita (SEGATO et al., 2006). O ciclo evolutivo da cultura da cana-de-açúcar pode ser de 12 (cana de ano) e 18 meses (cana de ano e meio). Após o primeiro corte o ciclo da cana-de-açúcar passa a ser de 12 meses teoricamente que, a partir do corte, passa a ser denominada de cana-soca Alfonsi et al. (1987), citado por Raveli (2013).

Com as características agrônômicas bastante peculiares há uma reflexão sobre as diferenças genéticas entre as várias cultivares logo, para cada região, a

recomendação de cultivares se torna específica e com seu respectivo ambiente de produção (LANDEL e BRESSIANI, 2008).

Comparando os dados do IBGE de área plantada de cana-de-açúcar e das outras culturas nos anos de 2004 e 2006, verifica-se que a parcela destinada às outras culturas diminuiu 1.349.333 ha, contra um aumento de 545.562 ha para a cana-de-açúcar. De 2004 a 2006, o maior avanço da cultura foi em São Paulo, que apresentou um crescimento de 332.877 ha para a cana, enquanto as áreas plantadas com as demais culturas diminuíram 174.036 ha. Possivelmente, parte dessa área perdida foi convertida em canaviais, principalmente aquela mais próxima às usinas. Outra parte do aumento da área de cana é proveniente de pastagens. Em outros estados, esse processo também vem ocorrendo, por exemplo, em Minas Gerais, principalmente na região do Triângulo Mineiro. Os canaviais mineiros cresceram 96.670 ha entre 2004 e 2006, enquanto as demais lavouras reduziram 175.971 ha.

2.2 Plantio de Cana de Açúcar

Assim como outras culturas, o primeiro passo para obter uma boa lavoura vem do estabelecimento de um bom plantio e por se tratar da atividade primordial da cultura, todos os cuidados devem ser tomados para que tenhamos longevidade e produtividade.

Na instalação de um canavial devem ser consideradas todas as técnicas agrônômicas, no entanto, a massa de colmos produzida num canavial representa uma quantidade tão grande de material que sua manipulação torna muito difícil a contagem pontual de produtividade, da forma como se faz em outras culturas. Quando se discute plantio de cana de açúcar, a retórica deveria ser voltada para o desenvolvimento tecnológico em busca de produtividade do canavial e no desenvolvimento urgente de técnicas que permitam identificar os pontos onde existem problemas com a capacidade de produção e não, apenas, na redução de custos de implantação (RIPOLI e RIPOLI (2004) citado por CEBIM (2008).

Como sabemos, o plantio de cana de açúcar é realizado por meio de partes vegetativas da planta, os chamados rebolos. Nestes rebolos estão as gemas que darão origem a uma nova planta. Por isso em todo o processo de plantio devemos nos atentar para que não haja um acúmulo de danos a essas gemas.

A brotação da gema é bastante particular para cada variedade e elas podem apresentar resultados diferentes do esperado dependendo do ambiente em que for cultivada, por se tratar de uma característica intrínseca da planta (CASAGRANDE, 1991).

Segundo Marques et al. (2006), a cana de açúcar multiplica-se via assexuada e sexuada. Quando o processo é para a indústria, é importante que se obtenha o plantio de forma rápida, optando pela forma assexuada, que trata-se de multiplicações por brotamento e gemas. Desta forma os colmos adultos são colocados no interior do sulco e seccionados em rebolos para quebrar a dominância apical, permitindo opções de brotamento.

Em relação às atividades agrônômicas externas, das quais o plantio também é dependente, também tem que haver cautela no seu desenvolvimento. Referente à sistematização, preparo de solo, a própria fertilidade do solo e seu ambiente de produção, em todas estas atividades tem que haver controle de qualidade bem rígido. Assim como no controle de qualidade de espaçamento de sulcos, número de gemas, falhas na deposição de mudas e profundidade de sulcos.

A produtividade da cana de açúcar é influenciada por diversos fatores, dentre os quais se destacam: planta, solo, clima, práticas culturais, controle de pragas e doenças, colheita, entre outros (ORLANDO FILHO et al., 1994).

Simões Neto (1986) afirma que dentre os muitos fatores que causam alterações nos rendimentos da produtividade da cana de açúcar podem ser citados também: emergência deficiente, nutrição inadequada, teor de água disponível e ataques de pragas e doenças. Um canavial implantado sem os conhecimentos básicos de plantio poderá ter sua longevidade totalmente reduzida, determinando talvez o futuro de uma usina.

Na implantação de um canavial podemos utilizar diferentes sistemas de plantio, manual, semimecanizado e mecanizado. Independente do sistema a ser

utilizado na implantação e condução do canavial, as atividades de controle de qualidade devem estar presentes.

Para Beauclair e Scarpari (2006), independente das práticas que adotadas no plantio, estas devem atender as necessidades eco fisiológicas e do metabolismo da cultura, devido ao plantio ser a atividade primordial no desenvolvimento de qualquer cultura.

Assim, antes de tomarmos qualquer decisão com relação ao plantio de cana devemos saber da importância de se conhecer as características de cada sistema, de cada ambiente e de cada variedade que irá se utilizar.

2.3 Plantio semimecanizado

O plantio mais difundido que temos é o plantio convencional, mais conhecido como semimecanizado por possuir características manuais e mecanizadas no seu conteúdo.

As etapas são: Corte Manual das Mudanças feito por turmas de corte que levam 5 linhas de plantio cada pessoa dividindo-se em espaços combinados entre eles e estas mudas são deixadas em fileiras para que a carregadora consiga colocar a carga nos caminhões; Carregamento mecanizado das fileiras de muda que são colocadas de forma organizada para facilitar seu descarregamento, Sulcação mecanizada com adubo com a quantidade de adubo pré-estabelecida em cada talhão e na profundidade adequada as exigências do controle de qualidade; Descarregamento dos caminhões de mudas nos sulcos de plantio que são feitos normalmente de 8 em 8 ruas considerando o caminho pelo qual o caminhão passa como banqueta e esta banqueta após a passagem do caminhão é sulcada novamente para que o pisoteio não afete o desenvolvimento da cana; distribuição manual de mudas feito pelos colaboradores que levam de 6 a 10 ruas em grupos de 6 pessoas, sendo 4 distribuindo e alinhando as canas e 2 seccionando os colmos, alinhamentos das mudas no sulco de plantio, corte dos colmos em rebolos e cobertura com produto fitossanitário, feita de forma mecanizada. (RIPOLI & RIPOLI, 2006).

Nunes Junior (1987) reforça que quando se planeja a adoção de determinada variedade de cana de açúcar para determinado plantio deve-se considerar um amplo contexto agrícola. Ou seja, ver a conformidade de tais cultivares com o sistema de plantio adotado.

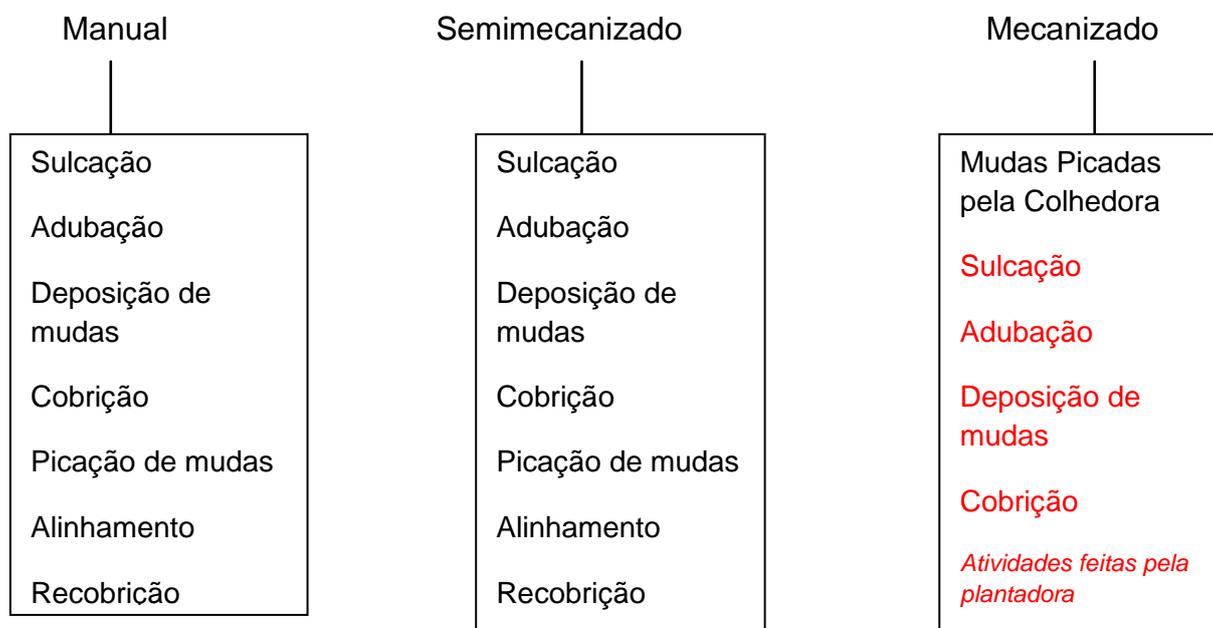


Figura 1. Opções de sistema de plantio no Brasil (adaptado de RIPOLI & RIPOLI, 2006).

2.4 Plantio Mecanizado

Para Ripoli et al (2006), sob o ponto de vista agrônomo o plantio mecanizado apresenta como grande vantagem em relação ao semimecanizado o fato que as mudas são colocadas em sulcos abertos pela própria máquina, com isso são preservadas as condições de solo. Para nossa realidade, e também, comercialmente falando o plantio mecanizado se instalou com certa importância no Brasil a partir de 2003. Antes, tinham se lançado alguns protótipos entre 1960 e 1970, mas acabaram dando fim aos estudos.

Como a mecanização se tornou fundamental para o setor de bioenergia, visto que temos muitas áreas de lavoura canavieira, condições climáticas cada vez mais

tortuosas e uma mão de obra cada vez mais escassa e cara, estudos mais amplos foram requisitados pelo próprio setor e as empresas viram aí uma grande oportunidade de expansão e acabaram por desenvolver trabalhos novos em cima de projetos para mecanização do plantio. Assim, muitas usinas até mesmo antes de se ter um lançamento para o público já vinham testando e quando as plantadoras vieram realmente a mercado, foi só questão de aperfeiçoamento por parte das empresas. A maioria das usinas que querem ser sustentáveis economicamente possui pelo menos uma plantadora, porque viram nesta máquina uma grande oportunidade de redução de custos, pois uma plantadora reduz fortemente o número de colaboradores necessários para um plantio (ORLANDO FILHO, 1994).

Ripoli et al. (2006) relatam que somente com uma reunião de informações, vindo de iniciativas privadas ou públicas, teremos propriedades e assertividade para nos guiarmos para um determinado sistema de plantio sem o mínimo de receio em se comprometer a situação futura de nossos canaviais ou dos custos de produção inerentes as atividades.

Para este tipo de sistema de plantio, o custo se torna menos oneroso por englobar todas as atividades de plantio em uma máquina, ou seja, uma plantadora possui hastes para sulcação no espaçamento que desejarmos, possui um compartimento de mais ou menos seis toneladas para a acomodação dos rebolos de mudas, a aplicação de produtos fitossanitários também é possível e realizada porque a máquina possui recipiente para deposição de seiscentos litros de produto e a cobertura é feita por discos cobridores que estão inseridos logo após o funil que derruba as canas no sulco. E algumas empresas já estão tentando englobar outras atividades para a mesma plantadora, como por exemplo, o cultivo quebra lombo ou até mesmo operação de subsolagem (RIPOLI et al., 2006)

Obviamente não devemos apenas nos prender ao lado positivo, como qualquer outra tecnologia nova, precisa de mais estudos e bastante atenção para que todo o processo de escolha venha embasado em características que se adéquem a realidade de cada produtor.

2.5 Controle de qualidade no plantio

O controle de qualidade do plantio, seja ele mecanizado ou semimecanizado, foi implantado junto às usinas para que se conseguissem valores que fossem reais, mas de alguma forma se encaixassem dentro do novo perfil de mercado que estamos passando. Um mercado acirrado, totalmente competitivo e sem tempo para esperar resultados provenientes de mudanças que exijam um grande espaço de tempo. Tendo isso como parâmetro, todos os aspectos referentes ao processo de plantio como um todo precisa ser esmiuçado, mas não de forma a atrapalhá-lo, mas sim de modelar o plantio para um objetivo ideal ou então muito próximo disso (CEBIM, 2008).

A qualidade de cada etapa tem que ser diferente de como era feita no passado, mensurada e analisada; analisada de forma palpável, para que torne os dados avaliados totalmente didáticos e que chegue até a base da lavoura e a partir do momento que todos tenham domínio do que estão realizando e assim poder corrigir o que estiver fora dos padrões.

Os fatores que podem ser interferidos e permanecem fora dos padrões do controle de qualidade e, devem ser corrigidos por afetarem diretamente ao plantio, estão ligados ao preparo de solo, densidade de plantio, colheita de muda, tipo de variedade escolhida, espaçamento entre sulcos, quantidade de gemas por metro de sulco, profundidade de sulco, falhas na brotação, cobertura, número de torrões por metro, perfilhamento e outras variáveis que desestabilizam a lavoura depois de implantada (STOLF, 1991)

Segundo RIPOLI e RIPOLI (2004), é um engano imaginar que a cultura canavieira se satisfaz com práticas agrícolas que não exigiriam precisão e controle, desde o preparo periódico do solo até a colheita, sendo suficiente a aplicação de atividades medianas. Hoje, na busca da melhor rentabilidade econômica para se fazer frente ao mercado competitivo, tecnologias de ponta cada vez mais, estão sendo aplicadas e associadas às práticas tradicionais, porém com muito mais controle e adequação.

O gerenciamento pela qualidade total exige mudança de postura e, até mesmo de rompimento, dos gerentes e dos trabalhadores de uma empresa. A

hierarquia gerencial deve ocupar-se com o desenvolvimento da tecnologia de trabalho dos empregados e estes se tornarem responsáveis pela manutenção da rotina de trabalho e, finalmente o diálogo e comunicação dentro da empresa tornam-se mais claros e eficientes (BONILLA, 1995).

2.5.1 Espaçamento entre sulcos

O espaçamento entre sulcos, nada mais é que a distância que os equipamentos (plantadora ou sulcador) realizam na área de plantio, entre as fileiras ou sulcos de plantio. Pelo que temos conhecimento até agora e segundo Ripoli e Ripoli (2004) existem três tipos de espaçamento. O espaçamento normal, que seria de 1,4 ou 1,5 m (sempre constante); o espaçamento alternado que trabalhamos com 0,9 e 1,6 m (sempre alternando os valores); e o espaçamento combinado que se ajusta à realidade do maquinário com que estamos trabalhando, amenizando o tráfego intenso sobre a linha de plantio.

Trabalhos de pesquisa mostraram resultados favoráveis à redução do espaçamento a valores de 1,40 m, de acordo com Stolf e Barbosa (1991). Outros autores se preocupam com a viabilidade de sua mecanização (STOLF; FURLANI NETO; CERQUEIRA LUZ, 1987). Com o objetivo de propor uma metodologia de controle da quantidade de muda no sulco em função do espaçamento utilizado, os autores ressaltam a necessidade de se fixar um valor de gemas por metro de sulco variando o consumo de mudas por unidade de área à medida que se altere o espaçamento de plantio.

De maneira geral, ocorre aumento de produtividade em espaçamentos menores, no primeiro corte, mas criam dificuldades em operações mecanizadas. A resposta da cultura a diferentes espaçamentos não é a mesma resposta com relação a diferentes cultivares e os resultados de estudos e de áreas comerciais para sulcos de base larga são bastante vantajosos, sob determinadas condições (RIPOLI e RIPOLI, 2004).

2.5.2 Profundidade de sulco

Por se tratar de uma cultura semi perene, a cana de açúcar deve ser plantada de maneira eficiente, pois o novo plantio deve ocorrer de três anos para frente depois de implantado somado a outros fatores a profundidade de sulcação é de suma importância para o sucesso da lavoura e conseqüentemente na longevidade do canavial (FIGUEIREDO, 1995).

Casagrande (1991) alerta que é necessário considerar dois aspectos fundamentais. De maneira geral, a melhor profundidade é de 25 a 30 cm, com o cuidado de nunca ser maior do que aquela alcançada pelo preparo de solo, para que o sistema radicular encontre um solo aerado, descompactado e em condições desejáveis de crescimento e desenvolvimento.

Numa profundidade menor, a tendência é que ocorra uma melhor brotação das gemas, em função da menor quantidade de terra sobre elas. Por outro lado, em condições climáticas adversas maiores profundidades proporcionariam menor perda de água pelos toletes. Em condições normais, o maior contato dos toletes com a terra, possibilita maior absorção de água do solo pelas raízes, o que permite a formação dos colmos mais robustos (FIGUEIREDO, 1995).

2.5.3 Falhas na deposição de mudas no sulco

As usinas de cana de açúcar existentes no Brasil têm o costume de variar a quantidade de mudas plantadas dependendo do sistema de plantio que está se usando. A quantidade de mudas a ser usada depende de vários fatores como a idade da muda, porte, número de entrenós, potencial produtivo e a qualidade dessas mudas. Em geral se usa, para o plantio de cana de açúcar, de 8 a 15 toneladas por hectare.

Na verdade esta quantidade de mudas difere de um sistema para o outro devido, muitas vezes, aos danos causados por um sistema que não é causado pelo outro. Logo, os produtores para mascarar estas falhas, ou para não corrigi-las de

modo eficiente, preferem aumentar a quantidade de mudas em contato com as máquinas para que danos sejam “minimizados”.

Esta decisão é muito tênue, visto que o custo da muda hoje é um dos maiores gargalos para o setor sucroalcooleiro e se não nos conscientizarmos que cada vez mais necessitamos achar a fonte do problema ao invés de agirmos como bombeiros, apenas “apagando” as deficiências existentes (RAVELI, 2013).

2.5.4 Gemas Totais e Gemas Viáveis

Para Garcia (2008) citado por Noronha (2011), o plantio mecanizado causa mais danos às gemas, reduzindo o número de gemas por metro de sulco, aumentando a porcentagem de falhas no plantio e refletindo na redução de produtividade agrícola.

Segundo Pinto e Moraes (1997), a colheita mecânica de mudas é a principal causadora de injúrias às gemas e rebolos, devido ao processamento interno dos colmos pelos sistemas rotativos da colhedora, tais como: cortador de base, rolos transportadores e facão picador. A colheita deve ser realizada cuidadosamente e com velocidade de trabalho menor que a especificada para a colheita de matéria prima para moagem Raveli (2013).

Além da redução da quantidade de gemas viáveis por metro de sulco, 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.

Segundo Ripoli et al (2006), o ideal seria que as máquinas fracionassem colmos na ordem de 50 cm, para que, em tese, se diminuíssem os danos pelo menos visíveis causados às gemas.

2.6 A cultivar RB835054

Em 2008 a RIDESA - REDE INTERUNIVERSITÁRIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO completou 17 anos de atuação e, neste período, 46 novas cultivares de cana-de-açúcar foram liberadas para o setor, proporcionando uma contribuição para manutenção dos ganhos de produtividade. Mais importante do que o número de cultivares liberadas, é o nível de adoção das mesmas pelo setor produtivo. De acordo com o Censo Varietal 2007, atualmente as cultivares RB ocupam mais de 50% dos canaviais do País, chegando em algumas regiões a representar até 70%.

A cultivar em estudo foi desenvolvida pela RIDESA e tem como genitores a RB72454 x NA56-79 e 2,2 % de área plantada de todo o território brasileiro, como características gerais possui touceiramento médio, com colmos eretos, pouco empalhados, de fácil despalha, de diâmetro médio, de cor verde clara, com mancha de cera escurecida quando exposta ao sol, com fraco fechamento entrelinhas, época de colheita precoce a média e com boa produtividade.

Por recomendações de manejo a RB835054 não deve ser plantada em ambientes de baixo potencial produtivo, a colheita deve ser muito bem feita senão podem ocorrer grandes perdas durante a colheita mecânica no início de safra em razão do diâmetro final dos ponteiros e não possui um bom fechamento entre linhas e um tombamento eventual. E possui como destaque um bom comportamento como cana-de-ano (12 meses); alta produtividade agrícola e industrial e mostra um difícil florescimento após período de maturação (ALFONSI, 1987)

Em trabalhos citados na literatura é possível perceber que os incrementos da produtividade da cultivar RB835054 devido ao uso manejo adequado é evidente, no entanto é fundamental que se leve em consideração quais cultivares são mais responsivas a esse tipo de tecnologia em cada região, respostas que devem ser buscadas em pesquisas locais. Convém destacar que pesquisas relacionadas a aspectos econômicos da lavoura e avaliações de composição química da cana de açúcar devem ser realizados para melhor orientar técnicos e produtores rurais que fazem uso deste cultivo, principalmente quando se trata de cana de açúcar visando produtividade, uma vez que o conhecimento nesta área ainda é muito limitado Andrade (2011).

Mota *et al.* (1996) asseguram que ao longo da história da cana-de-açúcar, verificou-se a necessidade de continua substituição de cultivares menos produtivas por outras mais ricas e produtivas. Uma cultivar produtiva tem grande importância econômica no contexto da cultura, pois é um fator que pode gerar maior lucratividade sem aumento de despesas.

Segundo Gheller (2008), a escolha de uma cultivar de cana-de-açúcar produtiva, resistente a pragas e doenças, tolerante a seca e com PUI – período útil industrial é o que toda empresa deseja. Além disso, o planejamento da colheita (utilizando cultivares precoces e tardias) também é fundamental, garantindo assim o aproveitamento máximo do plantel varietal cultivado. O melhoramento da cana-de-açúcar no Brasil é desenvolvido por três Instituições: o IAC - Instituto Agrônomo de Campinas, CTC – Centro de Tecnologia Canavieira e a RIDESA – Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro. Uma inovação relevante é a introdução e o manejo de cultivares mais adaptadas a cada região, como acontece na região oeste do Estado de São Paulo. O Manejo Integrado de Cultivares (MIC) é a prática correta da junção entre a planta e seu local de cultivo, tendo como objetivo principal aperfeiçoar o potencial de produção do ambiente e das cultivares.

2.7 A cultivar SP813250

Para se ter máxima produtividade, é importante que cada produtor selecione, dentro das opções de cultivares ofertadas pelas instituições de pesquisa, aquelas que melhor se adaptam às condições locais. Para isso, deve-se prestar atenção em características como o porte da cana e o fechamento da entrelinha, que podem levar à redução dos custos de manejo e colheita, além de maturação, volume de matéria-prima, entre outros.

Cultivar com 12,6 % de área plantada, segue como a segunda mais plantada do Brasil, rica em produtividade, época de colheita média a tardia, ambientes de produção vão de B a D, bom fechamento entrelinhas.

De acordo com Castro (2000) e Oliveira et al (2004), observou-se na SP81-3250, os maiores números de perfilhos e o perfilhamento na cana-de-açúcar é crescente até o sexto mês após o plantio e a partir deste período, se inicia uma redução no número de perfilhos, decorrente da competição, por luz, área, água e nutrientes refletindo, assim, na diminuição e paralisação do processo, além da morte dos perfilhos mais jovens. Apesar disto, verificou-se que os altos perfilhamentos de SP81-3250, não influenciou na diminuição dos perfilhos, sendo observada redução média de 50% o que proporcionou, a essa variedade, 25% a mais de plantas por metro.

Em trabalho desenvolvido por Prado (2012), foi observado que a cultivar SP 813250 não foi influenciada pelos ambientes de produção e isso aconteceu pelo fato dessa variedade de cana-de-açúcar apresentar uma ampla adaptação a vários tipos de solos.

Resultado semelhante foi observado por Tasso Júnior (2007), que obteve com o SP81-3250 resultados intermediários em relação à produtividade de colmos, em dois locais diferentes.

A cultivar SP813250 é muito plantada pelas usinas existentes no Brasil e é, também, sempre selecionada pelo mercado sucroalcooleiro por ser contrastante quanto ao stress hídrico na condição de campo. A presença de um ambiente desfavorável implica em redução de produtividade pela morte de gemas. Gemas da cultivar SP813250 são mais resistentes as intempéries ambientais. (BRITO et al., 2008).

Pode-se, portanto, inferir que a cultivar SP813250 apresenta potencial natural para maior produção dentre as muitas cultivares existentes. Em relação à produtividade, acúmulo de massa e produção de colmos, a cultivar SP813250 é superior a outras cultivares Souza (2011).

2.8 Controle estatístico de processo

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 estatístico de processo (CEP) é uma técnica utilizada nos processos de produção que auxiliam na detecção de problemas, visando diminuir desperdícios e retrabalhos, bem como aumentar a produtividade. Esse aumento da produtividade é buscado, em geral, por meio da padronização da produção, isto é, por meio de se minimizar variações nas especificações dos produtos operando-se de modo estável Raveli (2013).

Nesse sentido, a Estatística fornece subsídios de como coletar dados e formalizar um padrão a ser utilizado no acompanhamento do processo em questão, permitindo que o processo seja capaz de ser repetido e capaz de operar com pouca variabilidade ao redor do alvo (parâmetro, medida padrão a ser perseguida, objetivada, alcançada) (ROCHA, 2012).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Características da área

O trabalho foi realizado em uma fazenda no estado de São Paulo, no município de Monte Alto, em 2011, em área comercial de cana de açúcar, coordenadas geodésicas latitude 21°16' S e longitude 48°24' W, com 640 m de altitude. O relevo é suave a ondulado predominantemente, com declividade média de 8,8% e suas faces de exposição a Leste e Oeste.

O clima da região é do tipo mesotérmico com inverno seco, e precipitação média de 1.400 mm, com chuvas concentradas no período de novembro a fevereiro. Os solos encontrados na área foram denominados de acordo com a classificação da EMBRAPA (2006), são eles: LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO ARGILOSO E ARGISSOLO VERMELHO AMARELO ARENOSO com textura e granulometria conforme Tabela 1. Foram retiradas 20 amostras simples, para cada gleba, uniformemente em volume e profundidade e o solo estava com teor de água médio de 16% no momento do plantio.

Foram analisados dois sistemas de plantio, semimecanizado e mecanizado avaliando a qualidade de operação de duas cultivares comumente usadas em nossos canaviais, são elas: RB835054 E SP813250. A primeira variedade, RB835054, foi desenvolvida pela RIDESA - REDE INTERUNIVERSITÁRIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO e tem como genitores a RB72454 XNA56-79 e 2,2 % de área plantada no Brasil, como características gerais possui touceiramento médio, com colmos eretos, pouco empalhados, de fácil despalha, de diâmetro médio, de cor verde clara, com mancha de cera escurecida quando exposta ao sol, com fraco fechamento entrelinhas, época de colheita precoce a média e com boa produtividade. A outra variedade, com 12.6 % de área plantada, segue como a segunda mais plantada do Brasil, rica em produtividade, época de colheita média a tardia, ambientes de produção vão de B a D, bom fechamento entrelinhas (CASAGRANDE,1991). As cultivares RB835054 e a SP813250 foram usadas em ambos os plantios. Foram utilizadas oito glebas na área, e sendo quatro glebas para plantio mecanizado e quatro, para plantio semimecanizado.

Tabela 1. Análise de Granulometria e Textura Média das Glebas Avaliadas.

SOLO	PROFUNDIDADE (m)	ARGILA (g kg ⁻¹)	SILTE (g kg ⁻¹)	AREIA (g kg ⁻¹)	TEXTURA
LATOSSOLO	0,0 – 0,20	230	60	710	ARGILOSA
	0,20 – 0,40	290	50	660	
	0,40 – 0,60	320	40	640	
	0,60 – 0,80	351	33	616	
ARGISSOLO	0,0 – 0,20	150	60	790	ARENOSA
	0,20 – 0,40	230	50	720	
	0,40 – 0,60	270	40	690	
	0,60 – 0,80	297	33	670	

3.2 Máquinas e Implementos usados nas operações

3.2.1 Preparo de Solo

Antes do preparo de solo da área em questão foi feita subsolagem onde usou trator 4x2 TDA de 133 kW e subsolador de 5 hastes, de massa 2900 kg, a 0,50 m de profundidade; Já para o preparo de solo em si: gradagem pesada: trator 4x2 TDA de 133 kW e grade pesada de massa 5.272 kg com 16 discos com 32” de diâmetro a 0,25 m de profundidade; Gradagem intermediária: trator 4x2 TDA de 133 kW e grade intermediária de massa 3.119 kg com 28 discos de 28” de diâmetro a 0,15m de profundidade; Aplicação de calcário/gesso: trator 4x2 TDA de 133 kW e carreta com abafador de deriva e capacidade de 5 m³.



Figura 2. Conjunto Trator Subsolador utilizado no preparo de solo.

3.2.2 Plantio Semimecanizado

O plantio semimecanizado foi realizado subdividido nas operações de: Sulcação Mecanizada com adubo: trator 4x2 TDA de 133kW a 2000 rpm e sulcador de 2 linhas (1,5 m de espaçamento) que operou com velocidade média de 6 km/h; Distribuição de mudas: caminhão caçamba; Carregamento e descarregamento de mudas: trator 4x2 com garra carregadora de 73 kW a 1800 rpm; Cobrição mecanizada do sulco com inseticida: trator de 73 kW, cobridor de 2 linhas (espaçamento de 1,5 m) com tanque reservatório de 300 L de capacidade que operou com velocidade média de 8 km/h.



Figura 3. Conjunto Trator Sulcador usado para plantio semimecanizado.

Os colaboradores dividiram-se em 2 turnos de 8 h, tendo em cada turno 63 colaboradores diretos para o plantio semimecanizado; os mesmos estão listados abaixo: 5 operadores (sulcadores); 4 operadores (carregadora); 2 operadores (cobridores); 10 motoristas (caminhão de muda); 40 rurícolas (corte, distribuição e picação); 1 líder agrícola.

3.2.3 Plantio Mecanizado

No plantio mecanizado as máquinas e implementos usados foram: Colhedora de cana 342 cv (251 kW / 337 hp), de esteiras, capacidade de 568 L de combustível preparada para colheita de mudas com peças protegidas por borrachas; Caminhões transbordos com capacidade de 7000 kg; Trator 4x2 TDA 133kW a 2000 rpm +

Plantadora de 2 linhas de plantio equipada com depósito para adubo de 1250 kg de capacidade, tanques reservatórios com 600 L e tanque para acondicionamento das mudas picadas com capacidade de 6000 kg.



Figura 4. Conjunto Trator Plantadora Plantio Mecanizado.

Foi usado um trator compatível com a necessidade de potência para desenvolver a operação com a plantadora, que possui 6000 kg de capacidade, sendo utilizado trator 4x2 TDA de 133 kW a 2000 rpm. A vazão de óleo necessária do trator que alimenta as esteiras da plantadora foi regulada para 130 L min^{-1} . A velocidade média do conjunto tratorizado com carga na operação foi de $6,0 \text{ km h}^{-1}$, obtida pela média das tomadas de tempo decorridas para que o conjunto trator-plantadora percorresse 50 m. A mão-de-obra utilizada no sistema de plantio mecanizado de cana-de-açúcar demandou apenas 12 trabalhadores por turno de trabalho, subdividindo-se em: 2 operadores (trator-plantadora); 2 operadores (plantadora); 6 operadores (transbordos); 2 líderes agrícolas.

3.3 Métodos

Todas as variáveis avaliadas foram consideradas como indicadores de qualidade da operação dos sistemas de plantio da cana-de-açúcar, e usando o controle estatístico de processo (CEP) para avaliá-las. Os indicadores de qualidade

do processo avaliados foram os seguintes: profundidade de sulcos, espaçamento entre sulcos, número de gemas totais, gemas viáveis por metro de sulco, falha na deposição de mudas de cana-de-açúcar no sulco.

Foram tomados 40 pontos distribuídos ao acaso para avaliação dos indicadores de qualidade do processo em cada sistema de plantio, totalizando 80 pontos em cada tipo de solo. Cada ponto de coleta de dados foi composto de 10 m de avaliação.

A área total possuía 80 hectares, logo cada talhão tinha em média 10 hectares. De acordo com as características de plantio da usina e controle de qualidade da mesma, as máquinas seguiram os critérios pré-estabelecidos para espaçamento e aferição das quantidades de adubo e inseticida. Assim como para o padrão de qualidade das mudas, altura de corte, tamanho de rebolos, velocidade de corte, altura de tocos.

De acordo com a tabela 2 temos os modelos de ajuste para os critérios de qualidade utilizados para avaliação das variáveis estudadas.

Tabela 2. Modelos de ajuste dos dados espaçamento entre sulcos, profundidade, gemas totais, gemas viáveis e falhas na deposição de mudas

Variável	Modelo
Espaçamento entre sulcos	$Y' = Y^2$
Profundidade do sulco	$Y' = Y^2$
Gemas totais	$Y' = \text{Log}_e Y$
Gemas viáveis	$Y' = \sqrt{Y}$
Falhas	$Y' = \text{Log}_e Y$

3.3.1 Paralelismo entre sulcos

O espaçamento entre sulcos é calculado através da entrada no talhão em que foi realizado o plantio e a pelo menos 30 metros do carreador e a 6 sulcos do terraço deve-se medir a distância acumulada de 10 sulcos (9 linhas).

3.3.2 Profundidade de Sulcação

A profundidade de sulcação é medida por meio da retirada da camada sobressalente de terra que se deposita na entrelinha, logo após a sulcação, então se coloca uma haste de ferro na superfície do sulco e é colocada uma régua graduada perpendicular a esta haste até atingir a última cana depositada no fundo do sulco. Então é medida a profundidade do sulco que deve estar entre 25 a 30 cm. Como mostra a figura 5.

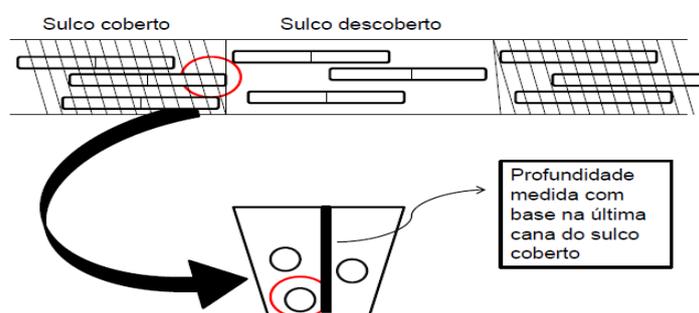


Figura 5. Determinação de Profundidade de Sulcação.

3.3.3 Gemas totais, danificadas, viáveis e inviáveis

O monitoramento das gemas totais e danificadas foi realizado entrando no talhão e a partir de 30 metros do carregador, demarcaram-se oito sulcos seguidos e em cada sulco lançou-se um gabarito ao acaso. Cortaram-se as mudas com facão nas extremidades do gabarito e então se contou o número de gemas viáveis e inviáveis, sendo a porcentagem de gemas viáveis obtida calculando-se a diferença entre a quantidade de gemas inviáveis e a quantidade total de gemas.

Os padrões adotados pela usina para o plantio mecanizado foi de 15 a 22 gemas por metro, já para o plantio semimecanizado o padrão é de 12 a 18 gemas por metro.

3.3.4 Falhas na deposição de mudas

Stolf et al. (1991) dizem que falhas são os espaços vazios que ficam nas fileiras de plantio de cana de açúcar. Para a avaliação de falhas na deposição de mudas, entra no talhão, e a pelo menos 30 passos do carreador, demarca-se uma área de 5 sulcos de 10 metros cada um. No caso falhas acima de 30 cm não são admitidas.

3.3.5 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado e analisados em esquema fatorial 2x2, com 4 tratamentos e 20 repetições por tratamento. Os resultados foram obtidos através da análise de dados feita pelo programa Minitab®, realizando-se uma estatística descritiva para saber o comportamento das variáveis estudadas, ou seja, como os dados possuíam distribuição assimétrica, os mesmos foram transformados pelo Minitab para que a análise de variância (ANOVA) pudesse ser feita.

Assim, com os dados normalizados pelo programa SISVAR, e em seguida, os dados não normalizados foram submetidos ao controle estatístico de processo (CEP), sendo calculadas medidas de tendência central e medidas de dispersão. Bonfim (2005) diz que controle estatístico trata-se de um processo que torna os dados mais aplicáveis ao processo de produção.

Para cada variável foram feitas as cartas de controle, que tem como linha central a média geral e a amplitude móvel e os LSC e o LIC que nada mais são do que limite inferior e superior de controle. Estes são calculados com base no desvio padrão das variáveis. Estes limites permitem verificar se os resultados possuem variação devido a causas especiais e as equações, 1 e 2, são as que realizam este cálculo.

$$\text{LSC} = \bar{x} + 3.\sigma; \quad (1)$$

$$\text{LIC} = \bar{x} - 3.\sigma; \quad (2)$$

Onde:

LSC: Limite Superior de Controle;

LIC: Limite Inferior de Controle

\bar{x} = média geral da variável;

σ = desvio-padrão da medida.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise descritiva para as variáveis: espaçamento de sulcos, profundidade de sulcos, gemas totais, gemas viáveis e falhas, Tabela 2, para o ARGISSOLO vermelho amarelo de textura arenosa (PVA), mostra que houveram valores médios, ou seja, para todas as variáveis os valores ficaram dentro dos padrões estabelecidos para o controle de qualidade da usina. Para os valores de amplitude, todas as variáveis demonstraram valores altos e com isso ultrapassando o limite proposto pela qualidade. Já para valores de desvio padrão temos espaçamento e profundidade de sulcos com valores irrisórios para tal critério; e para gemas totais, gemas viáveis e falhas na deposição de mudas temos um valor alto.

Todas as variáveis apresentaram valores para mediana próximos às médias. Os coeficientes de assimetria e de curtose apresentaram valores próximos a zero que condiz com uma normalidade estatística, exceto para gemas totais e gemas viáveis que apresentaram valores de coeficiente de curtose muito altos. Os coeficientes de variação apresentaram valores muito altos (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002) para a variável falhas, valores médios para gemas totais, gemas viáveis e profundidade de sulco e valor baixo para espaçamento entre sulcos que quase se aproximou a zero.

Apesar de vários fatores terem demonstrado que a distribuição dos dados seria normal, o teste de normalidade de Anderson-Darling mostra que, para todas as variáveis, a distribuição dos dados foi assimétrica.

Como os dados possuem distribuição assimétrica, os mesmos foram transformados pelo programa MINITAB (Box-Cox transformation) para o modelo de melhor ajuste, escolhido pelo próprio programa, Tabela 3.

Tabela 3. Estatística descritiva para as variáveis espaçamento e profundidade de sulcos, gemas totais e viáveis e falhas na deposição de mudas.

VARIÁVEL	X	A	σ	M	Cs	Ck	CV	AD
Espaçamento entre sulcos (m)	1,48	0,20	0,046	1,50	-0,03	0,10	3,07	2,717 ^A
Profundidade do sulcos (m)	0,30	0,18	0,035	0,30	-0,68	1,21	11,60	2,716 ^A
Gemastotais (un m⁻¹)	16,3	22,0	3,047	16,0	1,69	6,67	18,74	2,499 ^A
Gemasviáveis (un m⁻¹)	15,6	18,0	2,737	16,0	0,94	3,42	17,59	1,534 ^A
Falhas (%)	25,7	64,0	13,80	22,5	1,02	0,75	53,73	2,048 ^A

X – Média; A – Amplitude total; σ – Desvio padrão; M – mediana; Cs – Coeficiente de assimetria;

Ck-Coeficiente de curtose; CV (%) – Coeficiente de variação; AD – Teste de normalidade de Anderson-Darling (A: distribuição Assimétrica).

Podemos perceber que, para os sistemas de plantio, as variáveis espaçamento e profundidade de sulcos, Tabela 4, não apresentaram diferenças, assim como não houve interação entre os diferentes fatores, sistemas de plantio e cultivares. E entre cultivares também percebemos que a diferença não foi significativa para as variáveis espaçamento e profundidade de sulcos.

Pode-se verificar pelos valores de coeficiente de variação baixos para espaçamento entre sulcos e médio para profundidade de sulco, que o controle de qualidade, dentro de uma usina é muito rígido, visto que estes valores demonstram a precisão dos operadores para com a atividade que estão realizando e também que a regulagem dos equipamentos está em distinta condição de trabalho. Seguindo esta mesma linha, também demonstra que o preparo de solo, atividade primordial para a boa qualidade do plantio, foi realizado de maneira eficiente e eficaz, possibilitando que bons índices de qualidade para os dois tipos de plantio fossem alcançados.

Duas plantadoras de cana-de-açúcar, em Akola-Índia, uma de cana inteira e outra de cana picada, reguladas com espaçamento de 0,90 m, foram testadas com sistemas de plantio de cana-de-açúcar semelhantes ao presente trabalho, em solo com mesmas características de fertilidade e também não se encontrou variação para os espaçamentos dos sulcos (KHEDKAR, 2008).

Tabela 4. Análise de Variância e Teste de Médias para Espaçamento e Profundidade de Sulcos.

FATORES	Espaçamento entre sulcos (m)	Profundidade do sulco (m)
Plantio (P)		
Mecanizado	1,49 a	0,30 a
Semi-Mecanizado	1,47 a	0,31 a
Cultivar (C)		
SP813250	1,47 a	0,30 a
RB835054	1,49 a	0,30 a
Teste de F		
P	4,044 ^{ns}	0,905 ^{ns}
C	2,379 ^{ns}	0,036 ^{ns}
P x C	2,077 ^{ns}	0,680 ^{ns}
CV (%)	3,07	11,70

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns}Não significativo, pelo teste de F. CV (%): coeficiente de variação.

Para os indicadores gemas totais, gemas viáveis e falhas na deposição de mudas (Tabela 5) obtiveram-se valores similares para plantio mecanizado comparado ao semimecanizado, mas a significância ocorreu apenas para falhas, apresentando um coeficiente de variação com valor expressivo.

Tabela 5. Análise de variância e teste de médias para gemas totais, gemas viáveis e falhas na deposição de mudas.

FATORES	Gemas totais (un m ⁻¹)	Gemas viáveis (un m ⁻¹)	Falhas (%)
Plantio (P)			
Mecanizado	16,8 a	15,9 a	29,7
Semi-Mecanizado	15,8 a	15,3 a	21,7
Cultivar (C)			
3250	16,0 a	15,2 a	26,4
5054	16,6 a	15,9 a	25,0
Teste de F			
P	2,363 ^{ns}	0,887 ^{ns}	8,739 [*]
C	0,744 ^{ns}	1,222 ^{ns}	0,260 ^{ns}
P x C	3,375 ^{ns}	1,222 ^{ns}	18,410 [*]
CV (%)	18,74	17,59	53,73

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns}Não significativo; ^{*}Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F. CV (%): coeficiente de variação.

Quando o critério estudado foi cultivares, tivemos uma semelhança aos sistemas de plantio, porque também só houve diferença significativa para falhas. E além de não terem diferença para alguns quesitos os valores estudados ficaram dentro dos padrões de controle de qualidade requisitados pela usina. Segundo Lopes et al. (1995), quando se aplica o controle de qualidade em operações na atividade, os índices de variação encontrados são altos.

Como tivemos interação entre os fatores sistemas de plantio e cultivares, para a variável falhas na deposição de mudas, houve o desdobramento destes dados conforme indicação da Tabela 6.

Em suma, podemos perceber que, para o plantio mecanizado, temos uma diferença razoável para o percentual de falhas na deposição de mudas quando comparado ao semimecanizado, ocorrendo para as duas cultivares. Mas somente a cultivar SP813250, obteve diferença entre os sistemas de plantios e valor cabível para o controle de qualidade da usina no plantio semimecanizado. A cultivar RB835054 não é sensível aos sistemas de plantio já a SP813250 se mostrou mais sensível ao mecanizado. Isto pode ser explicado pelo fato do plantio mecanizado depender das condições gerais da máquina, ou seja, das esteiras, engrenagens, vazão de óleo, bem como depende também de fatores humanos como experiência do operador com o manuseio da máquina, o modo como é feito o depósito de cana em cada compartimento que irá para o sulco de plantio, a concentração de cada operador para otimizar a melhor quantidade de rebolos nas esteiras e melhor velocidade do conjunto trator plantadora, para que não haja embuxamento da máquina.

Somado a isso, temos o fator solo que contribui também para a velocidade do conjunto trator-plantadora, visto que o solo em questão torna a atividade de sulcação mais branda para a plantadora, pois sua estrutura física facilita a abertura de sulcos pela plantadora no solo; e há também uma variável que pode ter interferido na questão falhas, no momento do corte da muda, os comprimentos dos rebolos poderiam não estar de acordo com o tamanho necessário para o plantio mecanizado, e isto interferiu na distribuição dos rebolos feita pela plantadora. Segundo Serafim et al., (2012), a etapa correspondente a colheita mecanizada das mudas é a fase de maior dano às gemas, pois após esta etapa a taxa de brotação é

praticamente mantida a mesma para as outras que lhe são subsequentes (transbordo e plantio mecânico). Ripoli et al. (2006) citam que no plantio mecanizado deve-se usar maior número de toletes por hectare, do que no plantio semimecanizado, para se obter uma distribuição homogênea dos rebolos por metro de sulco.

O plantio semimecanizado tem no seu histórico uma qualidade melhor por se tratar de um plantio realizado por mão de obra humana. Assim, demonstrou-se que para as duas cultivares o tamanho das falhas foram menos expressivas do que o do plantio mecanizado, no entanto houve significância para a variedade SP813250.

Por ser uma prática relativamente nova e um tanto quanto recente no Brasil, os trabalhos referentes ao plantio mecanizado são, ainda, bastante escassos. Logo, para a diferença estatística entre as cultivares, a mecanização da colheita de mudas pode ser causadora dos efeitos danosos à cana de açúcar, e mesmo com a velocidade de deslocamento da colhedora reduzida, muitas vezes não conseguimos ter o tamanho de rebolo específico para o plantio mecanizado, Pinto e Moraes (1997). Isto causa grande número de falhas porque algumas cultivares podem ter sérios problemas quando colhidas mecanicamente para mudas e não conseguem ter um bom desempenho qualitativo.

No caso da variedade SP813250 obteve número de falhas para o plantio mecanizado maior que o índice de qualidade especificado pela usina, pois conforme relatado também por Souza (2012), a redução do espaçamento, ocasionada pela falta de paralelismo, pode ter proporcionado redução do número de rebolos por metro e também porque a variedade possui como característica ter problemas significativos no plantio; estes problemas podem ser desde o momento do corte da muda pela colhedora, pois, mesmo a velocidade de colheita estando bem baixa, a adequação da colhedora para se ter um rebolo que se encaixe perfeitamente nos padrões da plantadora muitas vezes não ocorre.

Já para a variedade RB835054 temos valores de falhas pouco expressivos, por mais que tenham passado os limites de valores propostos pelo controle de qualidade estabelecido, estes valores podem ter sido causados por causas não inerentes ao processo de plantio como um todo. Logicamente, por mais ínfimo que sejam estes erros, todos têm que serem minimizados.

Tabela 6. Desdobramento da interação entre os fatores plantio e variedade para a variável falhas da deposição de mudas.

	Plantio	
	Mecanizado	Semi-Mecanizado
Cultivar		
3250	36,2 A a	16,6 B b
5054	23,2 A b	26,8A a

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No manejo da lavoura canavieira, dentre as diversas variáveis que afetam diretamente a qualidade final do plantio, está a falta de paralelismo no sulco. Considerando a importância do manejo adequado ao sistema de colheita proposto atualmente, Muraro, Rossi Junior e Schogor (2011) argumentam que a cana-de-açúcar quando cultivada para o corte mecanizado, deve se adaptar para tal atividade. Cada variedade de cana-de-açúcar possui uma característica varietal particular, inerente ao seu hábito de crescimento, ao seu padrão de perfilhamento, à velocidade de emergência dos perfilhos, entre outras características que determinam sua adaptabilidade e estabilidade fenotípica.

Os dados não-transformados foram submetidos ao controle estatístico de processo, sendo que as figuras a seguir apresentam as cartas de controle para as variáveis em estudo para ARGISSOLO. Ao se observar as cartas de controle para espaçamento entre sulco (Figura 6), constata-se que somente o sistema de plantio semimecanizado, com a variedade RB835054, apresentou dois pontos fora de controle, evidenciando a ocorrência de causas especiais para os valores individuais; já para a variação do processo (cartas de amplitude móvel), apenas o plantio mecanizado, com a variedade SP813250, apresentou todos os pontos dentro das linhas limites e apresentando a menor variabilidade de todos os resultados. No entanto, apesar de o processo ser considerado instável de acordo com a óptica do controle estatístico de processo, pelos pontos fora do limite de controle, o mesmo possui todos os pontos dentro dos limites especificados pela usina.

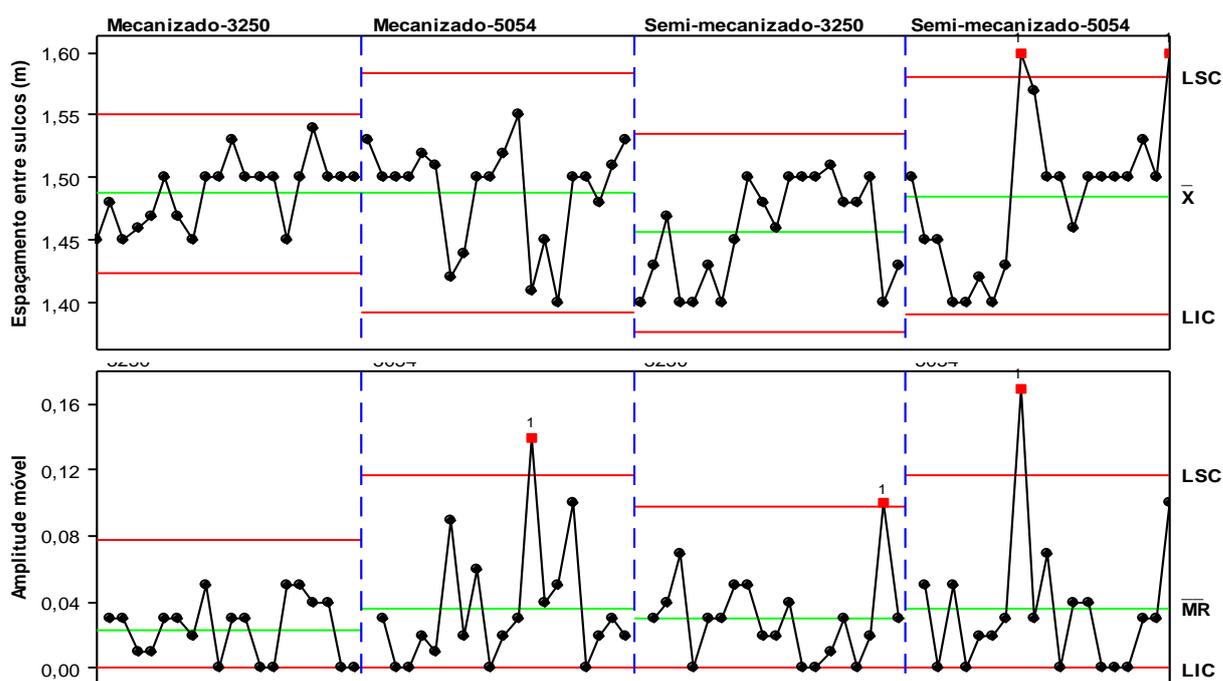


Figura 6. Cartas de controle para espaçamento entre sulcos.

Para profundidade do sulco em área de ARGISSOLO (Figura 7), verificou-se a existência de quatro pontos fora de controle no sistema mecanizado, ultrapassando tanto o LSC quanto o LIC, o que levou à instabilidade do processo e da variação do mesmo, uma vez que as amplitudes foram maiores para o mecanizado à variedade RB835054 e tendo uma variabilidade muito grande. Já no sistema semimecanizado todos os pontos ficaram dentro dos limites propostos.

Esta variabilidade, por parte dos sistemas mecanizados, pode ser explicada pela existência de causas especiais e pelos fatores “6 M’s” (matéria-prima, mão-de-obra, método, máquina, medição e meio ambiente). No caso, podemos elencar possíveis explicações para as divergências. A questão das máquinas, onde temos diversas operações reunidas em uma máquina só e com isso as aferições de medida para as partes componentes da máquina são realizadas de forma negligente e ineficaz, talvez por uma falta de treinamento dos colaboradores.

A alta variabilidade causada entre os valores do sistema mecanizado para a variedade RB835054 pode estar relacionada ao relevo da área e à desuniformidade da estrutura deste solo no momento do plantio, causando certa instabilidade na

profundidade na sulcação, portanto temos o perfil do solo acarretando variabilidade neste caso.

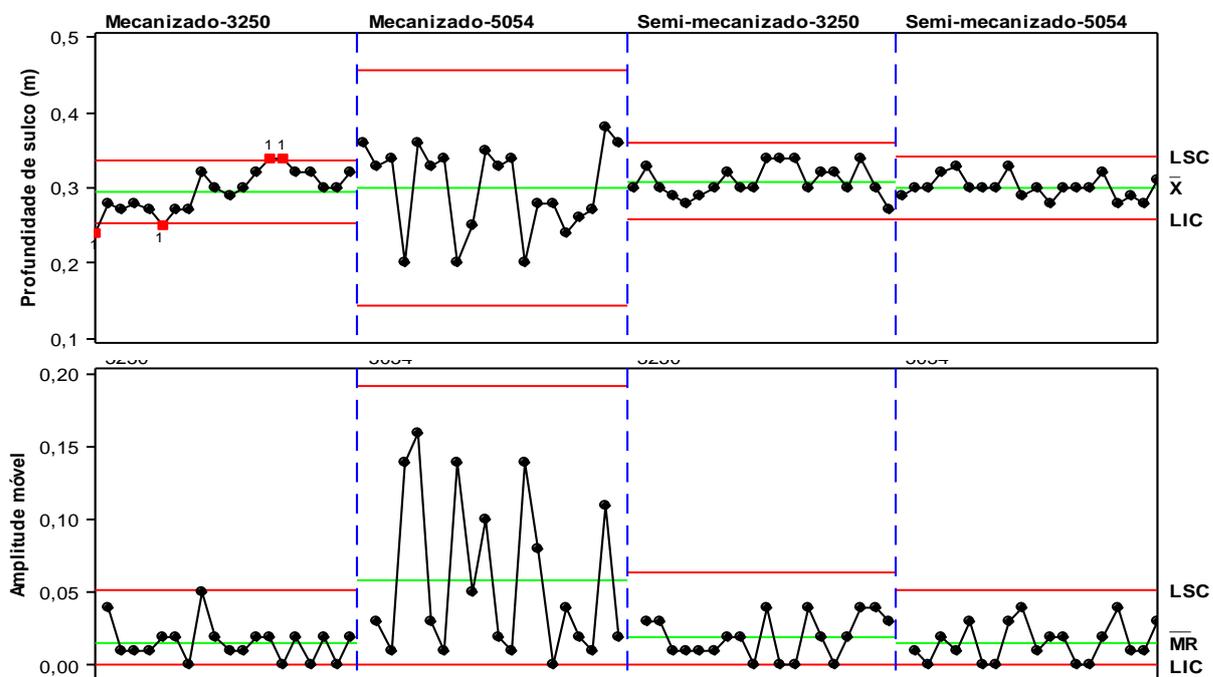


Figura 7. Carta de controle para profundidade de sulco.

A figura 8 mostra que para o ARGISSOLO, o sistema mecanizado com a variedade SP813250 para a variável gemas totais, os limites de controle ficaram bem distantes da média, mostrando uma variabilidade alta e para a amplitude móvel, dois pontos ficaram fora dos limites de controle, estes pontos são conhecidos como “outliers”. São pontos incomuns que se apresentam distantes das demais observações afastados da média podendo estar acima ou abaixo da mesma. E para o sistema mecanizado isto é totalmente explicado pela grande quantidade que é distribuída pela máquina para que se tenha um intervalo maior para “encobrir” as supostas falhas do plantio mecanizado. No entanto, para todos os fatores estudados, a permanência entre os limites específicos da usina se mostraram aceitáveis.

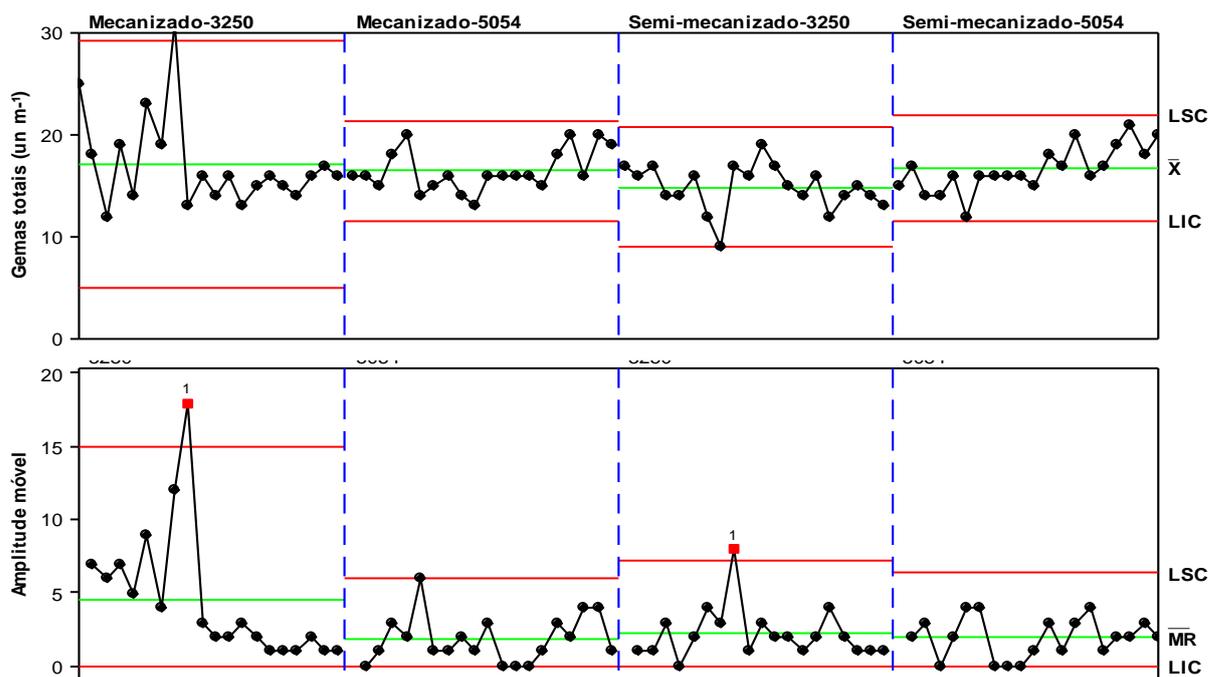


Figura 8. Carta de controle para gemas totais (un m^{-1}).

Para a variável gemas viáveis, o sistema mecanizado com a variedade SP813250, apresentou novamente maior variabilidade e com um ponto de amplitude móvel fora do LSC, mas apesar disto, os valores ficaram margeando os valores indicados e requeridos pelo controle de qualidade da usina. Para os outros fatores, todos ficaram dentro dos limites menos para o sistema semimecanizado com a variedade SP813250 que mostrou um ponto fora do LIC e na amplitude móvel um ponto fora do LSC, indicando instabilidade. Isto demonstra que este ponto não representa fielmente o desenvolvimento do plantio.

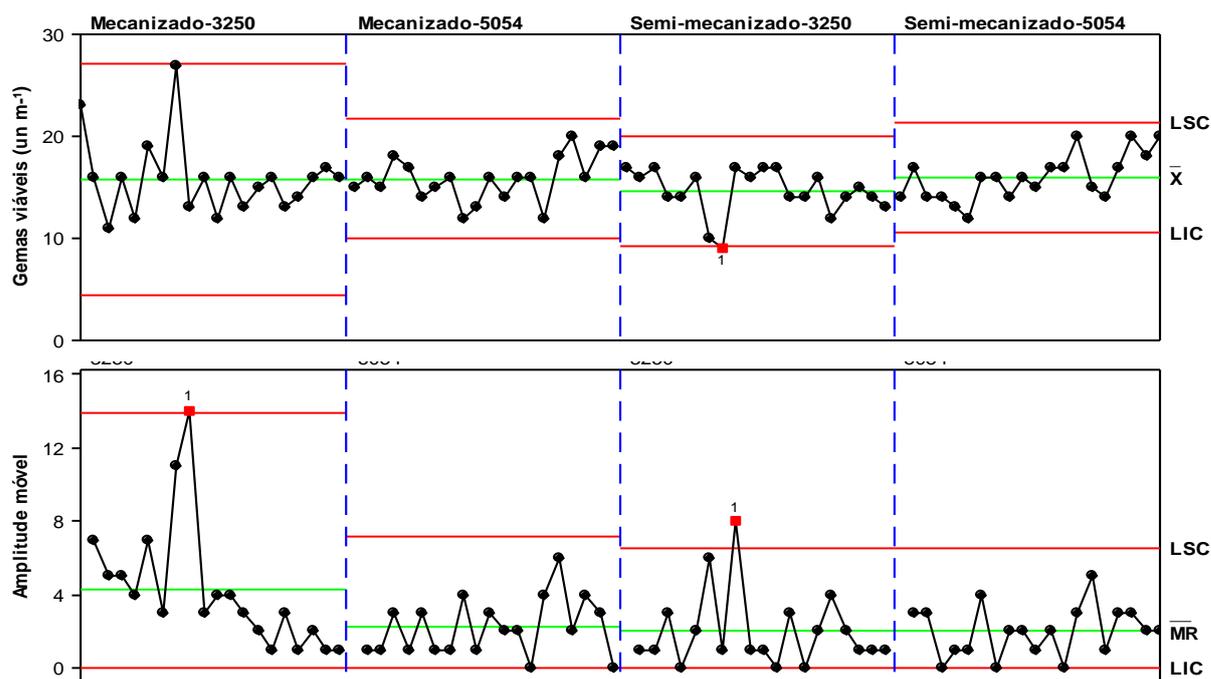


Figura 9. Carta de controle para gemas viáveis (un m⁻¹).

Para a variável falhas na deposição de mudas (figura 10), de acordo com a carta de controle, nota-se que a maior variabilidade dos dados se deu para o sistema mecanizado com as duas cultivares. E para o sistema semimecanizado a variabilidade foi menor, mas mesmo assim tivemos pontos fora dos LSC resultando em instabilidade do processo. Mas os resultados abrangeram toda a região ao redor da linha da média e dentro dos padrões estabelecidos pela usina.

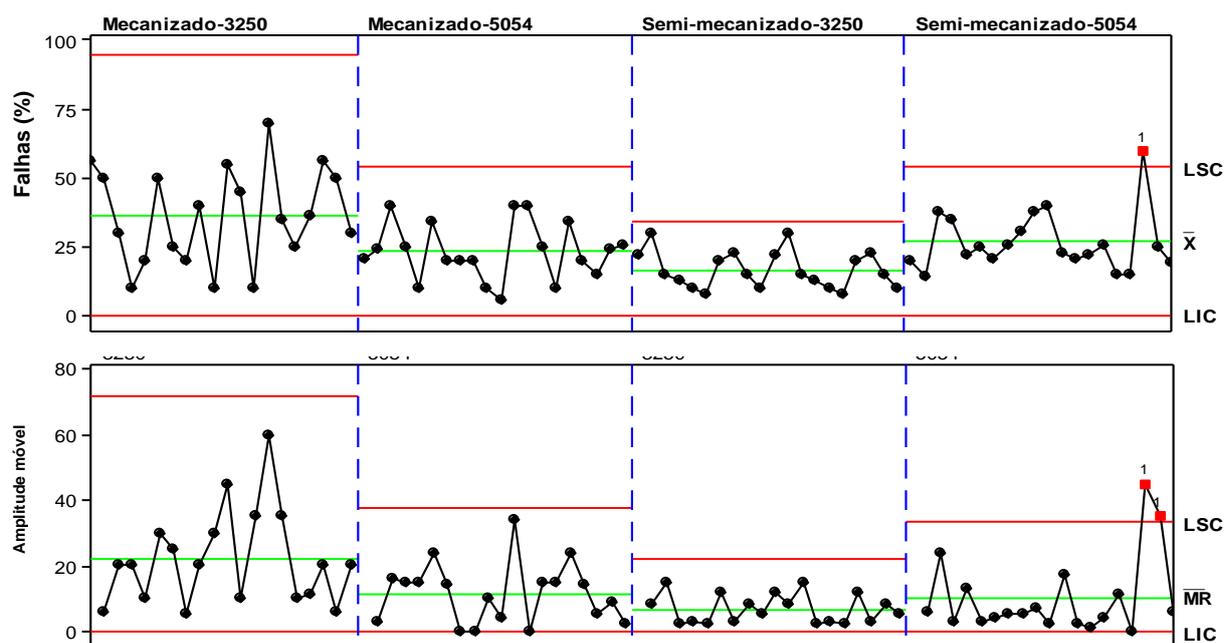


Figura 10. Carta de controle para falhas na deposição de mudas (%).

A análise descritiva para as variáveis: espaçamento de sulcos, profundidade de sulcos, gemas totais, gemas viáveis e falhas, conforme tabela 7, para o tipo de solo LATOSSOLO VERMELHO distrófico de textura argilosa (LVd); demonstra que para os valores de médias, todas as variáveis ficaram dentro dos padrões estabelecidos para o controle de qualidade da usina, menos no quesito falhas que ultrapassou o limite de 20 cm. Para os valores de amplitude, todas as variáveis demonstraram valores altos e com isso ultrapassando o limite proposto pela qualidade. Já para valores de desvio padrão temos espaçamento e profundidade de sulcos com valores muito baixos; e para gemas totais, gemas viáveis os valores ficaram muito próximos a um e para o número de falhas na deposição de mudas obteve-se um valor alto.

Todas as variáveis apresentaram um valor para mediana próximo às médias. Os coeficientes de assimetria apresentaram valores muito próximos à zero. Já para coeficiente de curtose, a variável espaçamento entre sulcos apresentou um valor muito alto inferindo anormalidade no teste. Os coeficientes de variação apresentaram valores baixos para espaçamento entre sulcos que quase se aproximou a zero, para profundidade de sulcos valor médio, para as variáveis gemas

totais e gemas viáveis valores altos foram encontrados e valores muito altos de coeficiente de variação foi achado para falhas na deposição das mudas.

Apesar de vários fatores terem demonstrado que a distribuição dos dados seria normal, o teste de normalidade de Anderson-Darling mostra que para todas as variáveis em estudo a distribuição se mostrou assimétrica.

Tabela 7. Estatística descritiva para as variáveis espaçamento e profundidade de sulcos, gemas totais e viáveis e falhas na deposição de mudas.

VARIÁVEL	X	A	σ	M	Cs	Ck	CV	AD
Espaçamento entre sulcos (m)	1,47	0,64	0,075	1,48	-2,84	18,0	5,13	3,208 ^A
Profundidade do sulco (m)	0,30	0,18	0,040	0,30	-0,46	0,21	13,2	0,895 ^A
Gemas totais (un m⁻¹)	15,2	20,0	3,486	15,5	-0,27	1,68	22,96	1,663 ^A
Gemas viáveis (un m⁻¹)	13,9	22,0	3,860	14,0	-0,86	1,93	27,77	1,843 ^A
Falhas (cm)	27,2	78,0	13,12	25,0	1,61	3,94	48,28	2,592 ^A

X – Média; A – Amplitude total; σ – Desvio padrão; M – mediana; Cs – Coeficiente de assimetria; Ck – Coeficiente de curtose; CV (%) – Coeficiente de variação; AD – Teste de normalidade de Anderson-Darling (A: distribuição Assimétrica).

Novamente, os dados para o tipo de solo em questão tiveram distribuição assimétrica, assim os mesmos foram transformados pelo programa Minitab para o modelo que melhor se ajustasse ao estudo.

Adiante, depois de transformados, os dados puderam ser testados pela análise de variância escolhida, a ANOVA, e os dados normalizados pelo programa SISVAR. As tabelas 8, 9 e 10 apresentam tal análise, para LATOSSOLO, com os dados transformados.

Podemos perceber pela Tabela 8, que para as características de qualidade espaçamento e profundidade entre sulcos houve interação entre os fatores estudados, sendo eles sistemas de plantio e cultivares.

Tabela 8. Análise de variância e teste de médias para espaçamento e profundidade entre sulcos

FATORES	Espaçamento entre sulcos (m)	Profundidade do sulco (m)
Plantio (P)		
Mecanizado	1,49	0,30
Semi-Mecanizado	1,45	0,30
Cultivar (C)		
3250	1,49	0,29
5054	1,45	0,32
Teste de F		
P	5,749*	0,398 ^{ns}
C	7,735*	15,073*
P x C	1,979*	18,896*
CV (%)	5,13	13,2

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns}Não significativo; *Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F. CV (%): coeficiente de variação.

Logo, o desdobramento dos dados deveria ocorrer, e isto é mostrado conforme Tabela 9 e 10. De acordo com a tabela 9, verifica-se que houve diferença estatística para os sistemas de plantio apenas para a variedade RB835054 e, além disso, houve interação entre as cultivares no plantio semimecanizado. Os valores abaixo demonstrados dão assertividade para relatar que as diferenças estatísticas estão susceptíveis a ocorrer, mas não mostra que pode haver prejuízos diretos para o plantio, visto que os valores que diferiram estatisticamente percorrem o intervalo estabelecido pelo controle de qualidade da usina. Neste caso, não podemos descartar, como por exemplo, a regulagem do equipamento ter sido feita de modo negligente e isto ter afetado a análise dos dados.

Pela Tabela 10, percebemos que não houve interação entre as cultivares para o sistema de plantio semimecanizado, mas houve diferença estatística entre as cultivares para o sistema de plantio mecanizado e das cultivares para os dois sistemas de plantio.

Tabela 9. Desdobramento da interação entre os fatores plantio e variedade para a variável espaçamento entre sulcos.

	Plantio	
	Mecanizado	Semi-Mecanizado
Cultivar		
3250	1,50 A a	1,48 A a
5054	1,48 A a	1,42 B b

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As variações para sistema mecanizado e semimecanizado esclarecem que o segundo sistema depende muito de fatores humanos e também pelos equipamentos utilizados serem mais simples, como exemplo, temos o sulcador que diferentemente da plantadora (que em suma realiza todo o plantio), tem a responsabilidade apenas de sulcar e adubar (RIPOLI et al, 2006). Portanto, contribuindo para uma qualidade mais notável.

De acordo com trabalho de Khedkar (2008), foram obtidos valores para profundidade de sulcos semelhantes para os dois sistemas de plantio testados, mecanizado de 0,20 a 0,25 m e semimecanizado de 0,20 a 0,28 m, não diferenciando entre si estatisticamente.

Os valores que foram diferentes estatisticamente no fator profundidade de sulco, entre as cultivares, podem ter ocorridos pela própria estrutura do solo em questão. Para Hillel (1982), a estrutura do solo é fortemente afetada por mudanças no clima, atividade biológica e práticas de manejo do solo, sendo ainda vulnerável a forças de natureza mecânica e físico-química. E segundo, Ferreira (2000), Caulinita e gibsitita são os constituintes mineralógicos responsáveis pelo desenvolvimento da estrutura dos Latossolos, cujas partículas se acham envoltos em plasma denso, contínuo, e desenvolvem macroestrutura do tipo em blocos, dificultando assim a entrada do conjunto trator plantadora e também a estabilidade no percurso de sulcação.

Tabela 10. Desdobramento da interação entre os fatores plantio e variedade para a variável profundidade do sulco.

	Plantio	
	Mecanizado	Semimecanizado
Cultivar		
3250	0,27 B b	0,30 A a
5054	0,34 A a	0,30 B a

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em estudo, a Tabela 11 mostra a análise de variância com os dados transformados também, não mostrando significância entre as variáveis gemas totais e gemas viáveis, mas para falhas, a variedade RB835054 apresentou teste significativo e mesmo obtendo valor superior ao do limite estabelecido pelo controle de qualidade, esta diferença se mostra pouco factível para o processo agrícola.

Tabela 11. Análise de variância e teste de médias para gemas totais, gemas viáveis e falhas na deposição de mudas.

FATORES	Gemas totais (un m ⁻¹)	Gemas viáveis (un m ⁻¹)	Falhas (%)
Plantio (P)			
Mecanizado	15,4 a	14,4 a	28,4 a
Semi-Mecanizado	15,0 a	13,4 a	26,0 a
Cultivar (C)			
3250	15,0 a	12,8 a	31,8 a
5054	15,4 a	15,0 a	22,6 b
Teste de F			
P	0,371 ^{ns}	1,433 ^{ns}	0,714 ^{ns}
C	0,174 ^{ns}	6,624 ^{ns}	10,946 [*]
P x C	2,470 ^{ns}	0,290 ^{ns}	0,291 ^{ns}
CV (%)	22,95	27,77	48,28

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns}Não significativo; ^{*}Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F. CV (%): coeficiente de variação.

Os dados não transformados foram submetidos ao CEP (Controle Estatístico de Processo) e as figuras a seguir representam as cartas de controle para as variáveis estudadas anteriormente só que para LATOSSOLO.

Stolf (1986) afirma que falhas em torno 30 a 50 cm nem sempre afetam a qualidade final do stand uma vez que nessas condições, o perfilamento pode ser estimulado pela maior insolação, que termina por compensar o número final de rebolos no sulco de plantio.

A variável espaçamento entre sulcos demonstrou, de acordo com a carta de controle na figura 11, que os valores de LSC e LIC ficaram bem próximos da média e mostra certa estabilidade do processo se não fosse pelos pontos que ficaram fora do limite. Para o sistema mecanizado com as duas cultivares tivemos um ponto de cada tratamento fora dos limites de controle e para amplitude média, o sistema mecanizado com as duas cultivares ficaram com três pontos fora do limite superior e para o sistema semimecanizado com a variedade SP813250 tivemos um ponto fora do limite superior. Devido aos valores muito próximos da média estes pontos nos faz referencia a fatores extrínsecos a atividade não tendo assim nenhum problema para a qualidade da atividade.

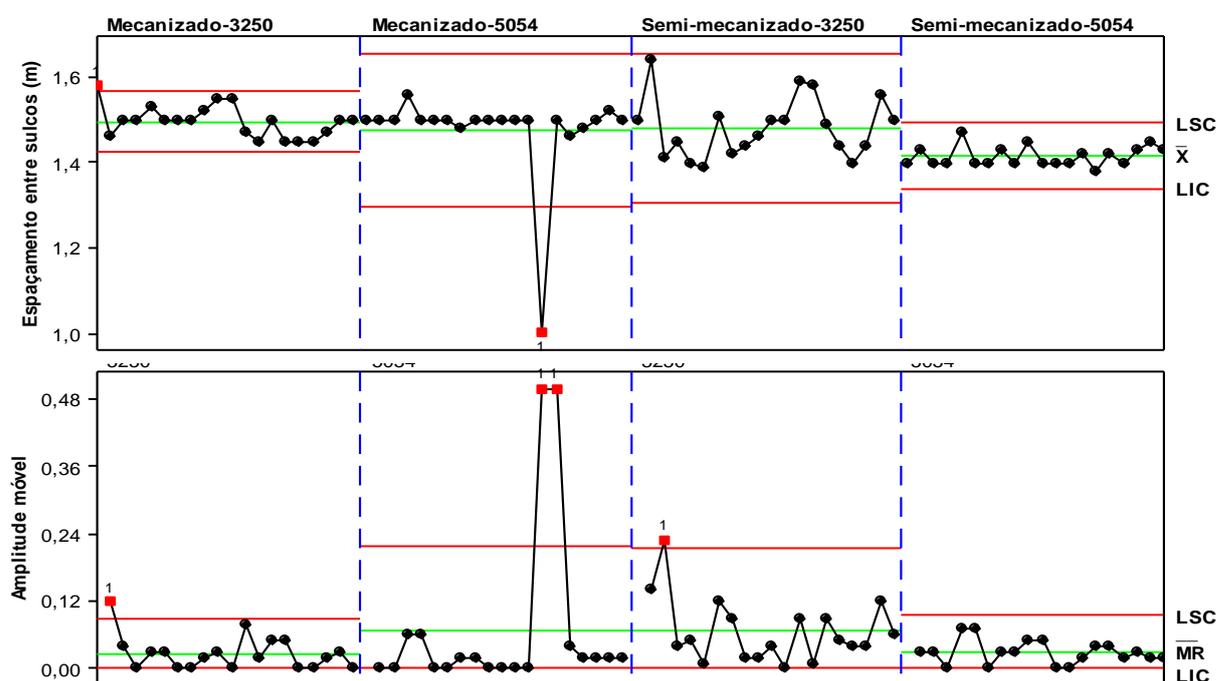


Figura 11. Carta de controle para espaçamento entre sulcos (m).

Para profundidade do sulco em área de Latossolo (Figura 12), a existência de quatro pontos fora de controle no sistema mecanizado e levou à instabilidade do

processo e da variação do mesmo, uma vez que as amplitudes foram maiores também ultrapassando o (LSC). Já no sistema semimecanizado estabilidade foi observada e todos os valores ficaram entre os limites propostos e com menor variabilidade vendo os valores de amplitude também aceitamos esta característica. Mas todos os valores do sistema mecanizado se mostraram próximos aos limites de qualidade propostos pela empresa, mas para o sistema mecanizado para as duas cultivares tivemos valores bem fora dos padrões estabelecendo certa hipótese que o solo neste estudo foi o diferencial para a discrepância dos dados, pois há uma desuniformidade no relevo logo a estabilidade do conjunto trator plantadora fica mais difícil.

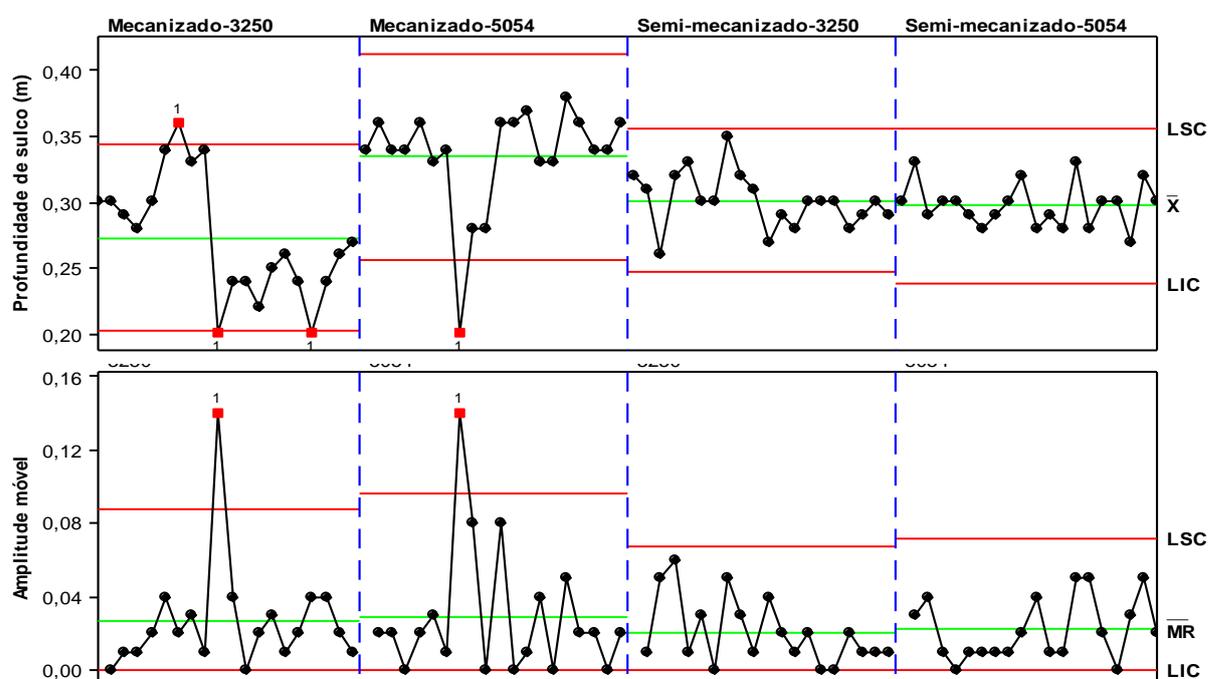


Figura 12. Carta de controle para profundidade de sulco (m).

Na figura 12 temos a carta de controle para gemas totais e que nos mostra uma variabilidade de dados muito grande para o sistema mecanizado com a variedade SP813250 e para o sistema semimecanizado também para a mesma variedade. A instabilidade do processo se dá pelos dois pontos fora dos limites de controle; um ponto se deu no sistema mecanizado para a variedade SP813250 e ficou abaixo do LIC e o outro ponto também abaixo do LIC se deu para o sistema

semimecanizado só que para a variedade RB835054. Mas apesar desta instabilidade a maioria dos dados apresenta-se num controle bom para qualidade de plantio para a usina.

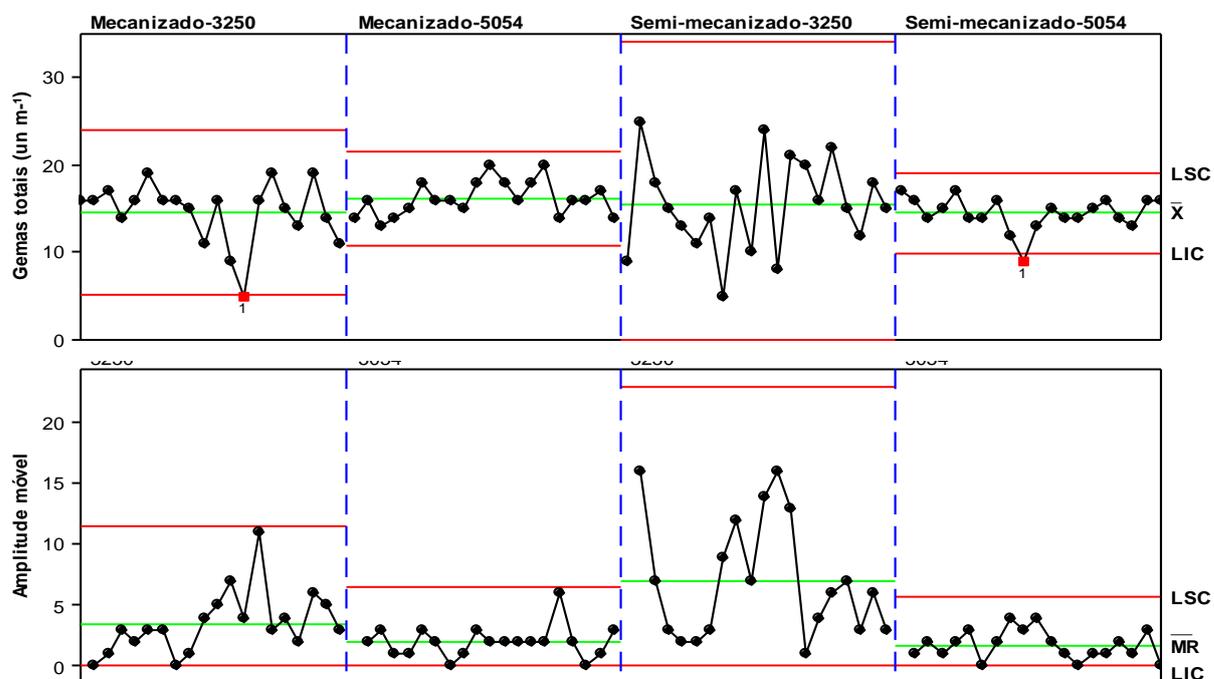


Figura 13. Carta de controle para gemas totais (un m^{-1}).

Para gemas viáveis também temos instabilidade devido aos dois pontos, um para o sistema mecanizado com a variedade SP813250 e o outro para o semimecanizado com a variedade RB835054, ambos abaixo do LIC. Novamente apesar dos resultados diferentes para o controle estatístico, os pontos se apresentam, dentro de cada sistema, nas iminências dos valores pre estabelecidos pela usina.

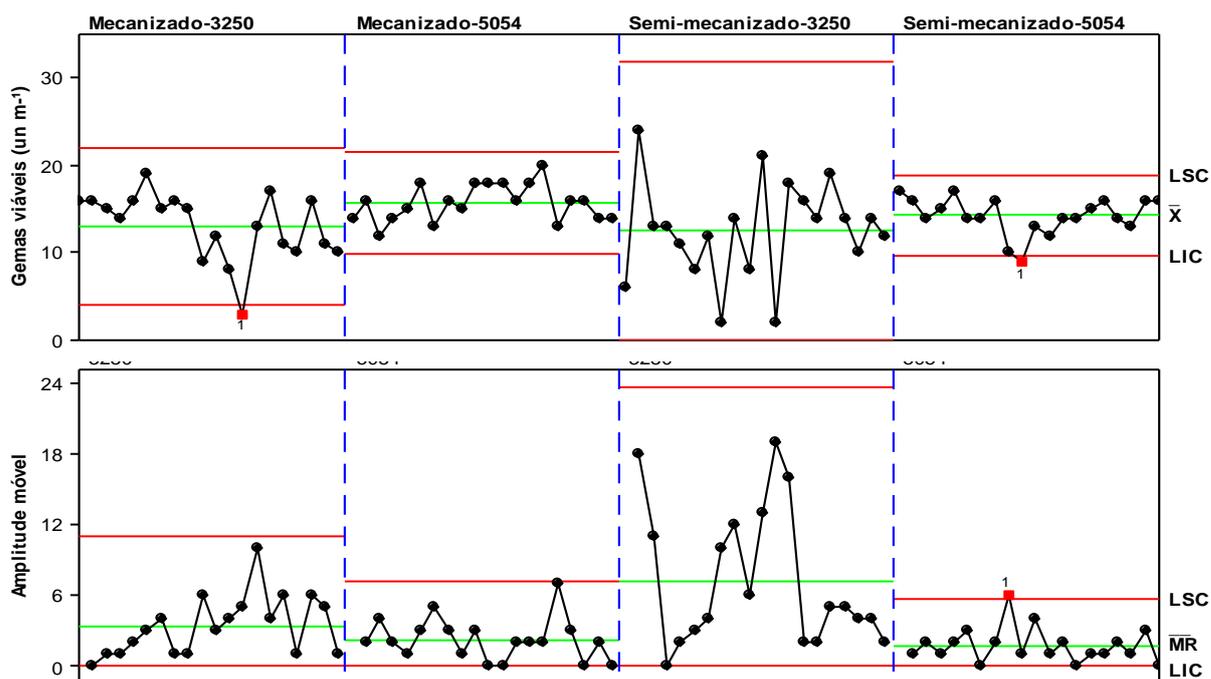


Figura 14. Carta de controle para gemas viáveis (un m⁻¹).

Na figura 15, a carta de controle para falhas na deposição de mudas, estabelece certos valores para os controles estatísticos que nos mostram pequena variabilidade e valores convenientes para o padrão de qualidade estabelecido no sistema semimecanizado para a variedade RB835054. Apesar de termos um ponto fora de controle apenas no sistema semimecanizado com a variedade SP813250, os resultados mostram que houve bastante número de falhas em todos os tratamentos tendo em vista que para o sistema mecanizado com a variedade SP813250, tivemos todos os pontos dentro dos limites de controle, mas totalmente fora dos limites impostos pela empresa. Esta variabilidade pode ser explicada pelos fatores 6 M's visto que todos os resultados estiveram fora dos padrões e sendo assim as falhas prejudicaram a qualidade do plantio.

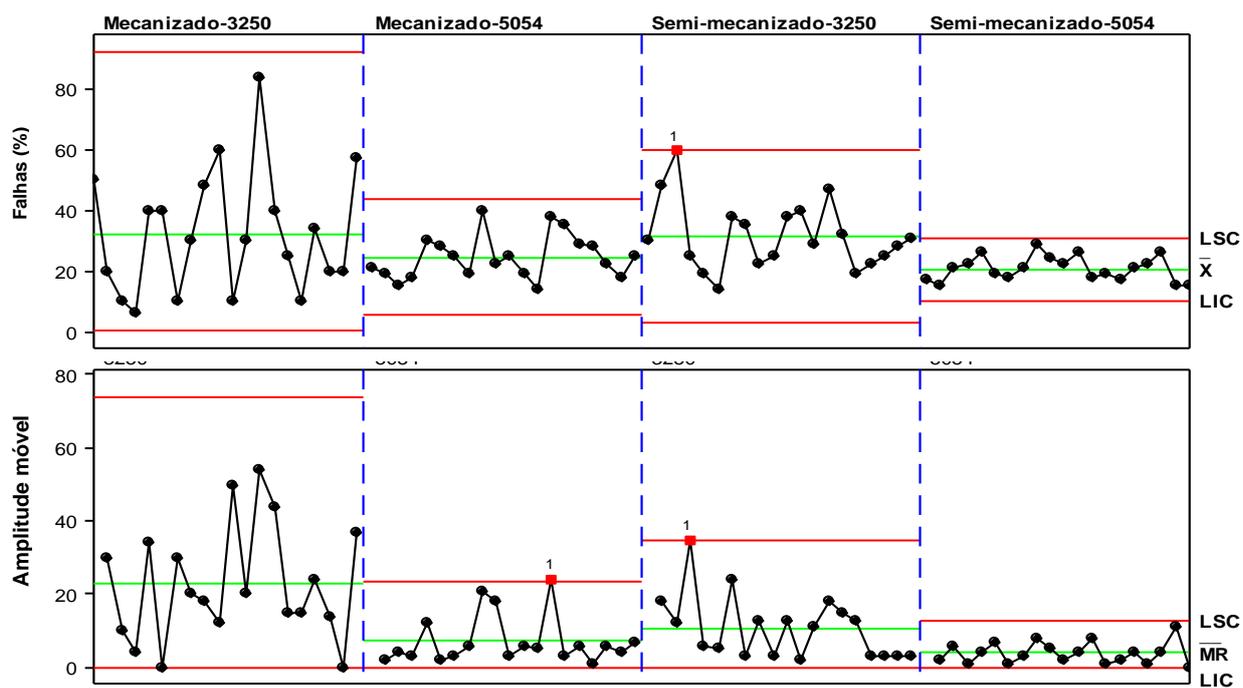


Figura 15. Carta de controle para falhas na deposição de mudas (%).

5. CONCLUSÕES

O sistema de plantio semimecanizado ainda apresenta vantagens sobre o mecanizado no que se refere à qualidade de operação de plantio, especificamente para as variáveis gemas totais, gemas viáveis e falhas.

Para profundidade de sulcos tivemos valores de qualidade de operação melhores para o plantio semimecanizado, mas para espaçamento entre sulcos o sistema de plantio mecanizado se mostrou mais vantajoso.

Entre as cultivares a cultivar mais tardia, no sistema de plantio mecanizado, obteve valores inferiores qualitativamente em quase todas as variáveis estudadas quando comparada a cultivar precoce.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFONSI, R. R., PEDRO JÚNIOR, M. J., BRUNINI, O., BARBIERI, V., & PARANHOS, S. B. **Condições climáticas para a cana-de-açúcar**. Cana-de-açúcar: cultivo e utilização. Campinas: Fundação Cargill, 1, 42-55, 1987.
- ANDRADE, A. S. **Efeito da Irrigação Complementar na produtividade de diferentes cultivares de Cana de Açúcar na região do Alto Paranaíba, MG**. IV Congresso de Forragicultura e Pastagens. Lavras, 2011.
- BEAUCLAIR, E.G.F.; SCARPARI, M.S., Noções Filotécnicas. In: RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C.,CASAGRANDE, D.V. (Org). **Plantio de Cana de Açúcar: estado da arte**. Piracicaba: Livrocere, 2006. v. , p. 80-91.
- BOMFIM, O. S. **Controle estatístico do processo aplicado a produção de etanol**. Rede Metrológica de Alagoas, Maceió, 2005.
- BONILLA, J. A. **Qualidade total na agricultura: fundamentos e aplicações**. 2 ed. Belo Horizonte: Centro de Estudos de Qualidade Total na Agricultura, 1994. 344p.
- BRITO, L. K. F. L.; SILVEIRA, J. A. G.; LIMA, L. L. F.;TIMÓTEO, A. R. S.; HAGAS, R. M.; MACEDO, C. E.C. **Alterações no perfil de frações nitrogenadas em calos de cana-de-açúcar induzidas por déficit hídrico**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 43, p. 683-690, 2008.
- CAIRO. N. **O Livro da Cana de açúcar**. 2. Ed. Curitiba, 1924. P. 161.
- CALMON. P. **O Açúcar, sua história e a influência na civilização brasileira**. Rio de Janeiro; I.A.A., 1935. p. 7-12 (Anuário Açucareiro)
- CASAGRANDE, A. A. **Tópicos de Morfologia e Fisiologia da Cana de Açúcar**. Jaboticabal: UNESP/FUNEP, 1991. 175 p.
- CASTRO, P. R. C. **Aplicações da fisiologia vegetal no sistema de produção da cana-de-açúcar**. In: Simpósio Internacional de Fisiologia da Cana-de-açúcar, 2000, Piracicaba. Anais... Piracicaba: STAB, 2000, p.1-9.
- CEBIM, G. J. **Plantio Mecânico de Cana de Açúcar (*Saccharum spp.*): Desempenho Operacional e Econômico**, 2008. 101 p. Dissertação (Mestrado emAgronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo,Piracicaba, 2008.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Cana-de-açúcar, safra 2013 - 1º levantamento, Abr. 2013**. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_09_05_09_11_59_boletim_cana_portugues_-_maio_2013_1o_lev.pdf. Acesso em: 16 mai. 2013.

CORRÊA, M. A. **Sinopse Histórica do Açúcar em São Paulo**. Rio de Janeiro: IAA, 1935. p. 153-163. (Anuário Açucareiro)

DIAS NETO, A.F.; MAGALHAES, P.S.G.; BRAUNBECK, O.A. **Aprimoramento de mecanismo dosador de rebolos para plantio mecanizado de cana de açúcar**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.5,n.3, p. 546-553, 2001.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª. Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FERREIRA, M.M. et al. **Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de latossolos da região sudeste do Brasil**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.23,n.3, p.515-524, 2000.

FIGUEIREDO, P.A.M. **Efeitos de espaçamentos, cultivares e intensidade de capinas na incidência de plantas daninhas e rendimentos de cana de açúcar (*Saccharum spp.*)**, 1995, 64 f. Dissertação (Mestrado) – UFLA – MG, Lavras, 1995.

GHELLER, A.C. Manejo integrado de cultivares potencializa o retorno da cana. In: GONÇALVES, J.S. **Dinâmica da agropecuária paulista no contexto das transformações de sua agricultura**. Informações Econômicas, São Paulo, v. 35, n. 12, p.65-98, 2005.

HILLEL, D. **Introduction to soil physics**. New York, Academic Press, 1982. 364 p. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Séries Estatísticas e Séries Históricas. Disponível em: <http://serieestatisticas.ibge.gov.br/lista_tema.aspx?op=0&no=1&de=55>. Acesso em: 16 mai. 2013

KHEDKAR, M.B.; KAMBLE, A. **Evaluation of mechanized planting of sugarcane**. International Journal of Agricultural Engineering, v. 1, n. 2, p. 136-139, out. 2008.

LANDELL, M.G.A.; BRESSIANI, J.A. **Melhoramento genético, caracterização e manejo varietal**. Dinardo-Miranda, LL, Vasconcelos, ACM, Landell, MGA Cana-de-açúcar. Campinas, IAC, p. 101-155, 2008.

MAULE, R. F.; MAZZA, J. A.; MARTHA JÚNIOR, G. B. **Produtividade agrícola de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos e épocas de colheita**. Scientia Agrícola, v. 58, n. 2, p. 295-301, 2001.

MARQUES, T. A.; SERRA, G. E.; MARQUES, P.A.A. **Desenvolvimento de um programa computacional para implantação econômica de Lavouras Canavieiras**. Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental, v. 10, n.2, p. 289-293, 2006.

MOTA, C. C. et al. **Competição de novas cultivares de cana-de-açúcar (*Sacharum spp.*) em Alagoas**. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 6, 1996, Maceió. Anais... Maceió: Stab, 1996. p. 245-252.

MURARO, G.B.; ROSSI JUNIOR, P.; SCHOGOR, A. L. B. **Produção de biomassa de cana-de-açúcar em dois espaçamentos e duas frequências de cortes**. Ciência e Agrotecnologia, v. 35, n. 1, p. 131-136, 2011.

NORONHA, R.H.F. **Qualidade da operação de plantio mecanizado de cana-de-açúcar em sistema meiosi**. 2012. 38f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

NUNES JR, D. **Cultivares de cana-de-açúcar**. Paranhos, SB Cana-de-açúcar: cultivo e utilização. São Paulo: Fundação Cargill, p. 187-259, 1987.

OLIVEIRA, R.A.; DAROS, E.; ZAMBON, J.L.C.; WEBER, H.; IDO, O.I.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; KOERLER, H.S.; SILVA, D.K.T. **Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, cana planta, no Estado do Paraná**. Scientia Agrária, v.5. n.1-2, p.87-94, 2004.

ORLANDO FILHO, J., MACEDO, N.; TOKESHI, H. **Seja o doutor do seu canavial**. Informações Agrônomicas. n. 67, set. 1994.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística Aplicada a experimentos agrônomicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. FEALQ, 2002. 309 p.

PINTO, A.C. & MORAES, E.E. **(a) Equipamento distribuidor de toletes de cana-de-açúcar**. In: Semimário de Tecnologia Agrônômica 7, Copersucar, Piracicaba, novembro de 1997. Anais, 1997. p. 213-222 _____ **(b.) Plantadora de cana**. In: Seminário de Tecnologia Agrônômica 7, Copersucar, Piracicaba, novembro de 1997. Anais, 1997. p. 223-231.

PRADO, E.L.P. **Avaliação da produtividade da cana-de-açúcar na variedade SP813250 em diferentes ambientes de produção**. VI workshop agroenergia; Ribeirão Preto, 2012.

QUINTELA, A.C.R.; ANDRADE, L.A.B.; CARVALHO, G.J.; BOCARDO, M.R. **Efeito do plantio de cana inteira, com e sem desponte, e da compactação pós-cobertura, em duas cultivares de cana-de-açúcar**. STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos, Piracicaba, v. 15, n. 3, p.22-24. 1997.

RAVELI, M. B., **Controle de Qualidade no plantio de cana de açúcar**, 2013. 66 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2013.

RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C, **Biomassa de Cana de Açúcar: colheita, energia e ambiente**. Piracicaba: Ed. Dos Autores, 2004. 309 p.

ROCHA, S.H., **Controle estatístico de processo (C.E.P.)**. Ministério da Educação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Curitiba. Departamento Acadêmico de Matemática – Probabilidade e estatística. 2012. 23 p.

SEGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. **Atualizações em produção em cana-de-açúcar**. Piracicaba: Livrocere, 2006. 415 p.

SERAFIM, L.G.F.; STOLF, R.; SILVA, J. R.; SILVA, L. C. F.; MANIERO, M. A. **Influência do plantio mecanizado no índice de brotação da cana-de-açúcar**. In: X Congresso Latino americano y del Caribe de Ingeniería Agrícola e XLI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CLIA/CONBEA, 2012. Londrina. Anais... p. 1-4. DC-ROM.

SIMÕES NETO, E. D. **Efeito da Quantidade de Reserva Energética do Tolete e da Compactação do Solo no Desenvolvimento Inicial da Cana de Açúcar (*Saccharum spp.*)**, 1986. 94 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1986.

SOUZA, R.T.X. **Qualidade tecnológica de cultivares de cana-de-açúcar em função de doses de agregados siderúrgicos**. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.12; 2011 p. 10.

STOLF, R.; BARBOSA, V. **Quantidade de muda nos sulcos de plantio de cana de açúcar em espaçamentos convencionais e estreitos: II Fórmulas de previsão e controle**. STAB. Açúcar, Etanol e Subprodutos, Piracicaba, v. 10, p. 11-15. set.-dez. 1991.

STOLF, R.; FURLANI NETO, V. L.; CERQUEIRA LUZ, P. H. **Nova metodologia de mecanização a espaçamento estreito em cana de açúcar**. Etanol e Açúcar, São Paulo, v. 7, n. 32, p. 14-33. jan.-fev. 1987.

STOLF, R. **Metodologia de Avaliação de Falhas nas Linhas de Cana de Açúcar**. STAB-Açúcar, Álcool e Subprodutos. v. 4, n. 6, p. 22-36, 1986.

TASSO JÚNIOR, L. C.; **Caracterização agrotecnológica de cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na região centro-norte do Estado de São Paulo**. Jaboticabal: FCAV/Unesp. 2007. 167 p. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.