**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Biometria de mudas de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) em dois sistemas de
plantio**

Vitória Letícia de Souza Mandro Cebim

**Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Agronomia. Área de concentração:
Máquinas Agrícolas**

Piracicaba

2007

Vitória Letícia de Souza Mandro Cebim
Engenheiro Agrônomo

**Biometria de mudas de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) em dois sistemas de
plantio**

Orientador:
Prof. Dr. **TOMAZ CAETANO CANNAVAM
RIPOLI**

**Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Agronomia. Área de concentração:
Máquinas Agrícolas**

Piracicaba
2007

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Cebim, Vitória Letícia de Souza Mandro

Biometria de mudas de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) em dois sistemas de plantio / Vitória Letícia de Souza Mandro Cebim. - - Piracicaba, 2007.
90 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2007.
Bibliografia.

1. Biometria 2. Cana-de-açúcar 3. Mecanização agrícola 4. Plantio I. Título

CDD 633.61

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

Aos meus pais, **João Roberto Mandro** e **Stella de Souza Mandro**, pelo carinho, amor e apoio incondicional em todas as etapas de minha vida, sem vocês nunca chegaria até aqui.

A **Geraldo José Cebim**, amor da minha vida, marido e parceiro incondicional, que sempre me apoiou com carinho, amor e dedicação.

À minha querida filhinha **Stella Letícia Mandro Cebim**, todo meu amor.

A meus tios, **Durvalino e Letícia de Souza Tozzi**, **Yolanda Matilde de Souza** e **Humberto Alexandrino de Souza**, pelo carinho e apoio em todas as etapas de minha vida.

A minhas primas, **Lucilena e Marilena Tozzi**, **Stella Vitória de Souza Dias Moreira**, **Elaine Elizabeth de Souza**, **Suely Silvério Laurelli**, **Luci** e **Almir Hama**, **Brígida de Souza Formaggio** pela amizade.

A meus sogros, **José Cebim** e **Malta Zanatta Cebim**, aos meus cunhados **Marco Aurélio**, **Miriam**, **Norberto Luis** e **Elizabete**, pelo carinho.

Aos meus amigos, **Juliana Zago Bazzo**, **Felipe Bazzo**, **Marcele Zago**, **Edvaldo Zago** e **Marta Capelleti Zago**, pelos conselhos, apoio e pelo enorme carinho.

À **Viviane Moreti** pelo abstract e pelo carinho.

A **Tomaz Caetano Cannavan Ripoli**, um verdadeiro exemplo de professor, meu amigo querido, a **Maria Lucia Cunali Ripoli**, pela demonstração de carinho e amizade.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao professor Doutor **Tomaz Caetano Cannavan Ripoli** mais que professor, um amigo e o melhor orientador que alguém pode querer, que me incentivou a realizar este Mestrado, sempre abrindo as portas e acreditando no meu potencial.

Aos professores Doutor **Casimiro Dias Gadanha Junior**, Doutor **Edgar Gomes Beauclair**, Doutor **Marcos Milan**, Doutor **José Paulo Molin** e Doutor **Walter Francisco Molina Junior**, pelos conhecimentos adquiridos durante o curso.

À professora Doutora **Sônia Maria Piedade** cuja ajuda foi imprescindível nas análises estatísticas.

Ao **Departamento de Engenharia Rural**, em especial aos colegas do curso de **Máquinas Agrícolas**, aos funcionários, pela amizade e estímulo na elaboração desta dissertação.

A equipe e amigos do experimento: **Geraldo José Cebim**, **Áureo Santana de Oliveira**, **Daniel Alexandre Janini**, **Juarez Rennó Amaral**, **Arthur Miola de Mello**, **Marco Antonio Lopes Garcia**.

Ao amigo **Marco Antonio Lopes Garcia**, pela revisão desta tese.

As amigas: **Anamari Viegas de Araújo Motomiya** e **Flávia Roncato Frasson**, pelo carinho e estudos durante o curso.

Às secretárias do LER, **Fernanda Barbosa da Silva** e **Davilmar Collevatti** pelo carinho e pela agradável convivência.

Aos funcionários da Biblioteca da Esalq, em especial a **Eliana Maria Garcia**, **Silvia Maria Zinsly** e **Lurdes Gandra**, pela atenção e carinho.

Ao **Grupo Cosan**, em especial aos funcionários e colaboradores, que tornaram possível a realização do experimento no campo.

MUITO OBRIGADA!!!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABELAS	10
LISTA DE ABREVISTURAS E SIGLAS	11
RESUMO	12
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 Importância da cultura da cana-de-açúcar na economia brasileira.....	15
2.2 O plantio da cana-de-açúcar	16
2.3 Desenvolvimento da cana-de-açúcar	16
2.4 Sulcação.....	18
2.5 Tamanho dos rebolos, diâmetro e posição das gemas no sulco.....	19
2.6 Espaçamento e densidade de rebolos no plantio (gemas).....	21
2.7 Profundidade de plantio e cobertura das mudas	23
2.8 Temperatura e umidade	24
2.9 Fatores que influenciam na qualidade do plantio	25
2.9.1 Brotação das mudas	25
2.9.2 Perfilhamento	27
2.10 Falhas.....	29
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1 Material.....	30
3.1.1 Local do ensaio.....	30
3.1.2 Máquinas utilizadas nos sistemas de plantio	31
3.1.2.1 Plantio semimecanizado	31
3.1.2.2 Plantio mecanizado.....	32
3.1.3 Instrumentos de mensuração	33
3.2 Métodos	33
3.2.1 Tratamentos	34
3.2.2 Demarcação da área do ensaio.....	35

3.2.3 Biometria das mudas	35
3.2.4 Profundidade de sulcação e cobrimento	40
3.2.5 Granulometria e umidade do solo.....	42
3.2.6 Perfilhamento	42
3.2.7 Falhas de brotação	44
3.2.8 Estimativa da massa de mudas plantadas ($t \cdot ha^{-1}$)	45
3.2.9 Colheita.....	45
3.2.10 Número de colmos industrializáveis.....	45
3.2.11 Biometria dos colmos da colheita (antes da queima)	46
3.2.12 Caracterização do porte do canavial.....	47
3.2.13 Colheita manual e pesagem	49
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
4.1 Distribuição dos tratamentos	51
4.2 Biometria de mudas e outras análises correlatas	52
4.3 A redução da percentagem de gemas viáveis nos rebolos provocados pelo fracionamento dos colmos	57
4.4 Correlações lineares entre variáveis e análise estatística da biometria de mudas	58
4.5 Profundidade de sulcação e cobrimento	61
4.6 Granulometria e umidade do solo.....	62
4.7 Estimativa da massa de mudas plantadas ($t \cdot ha^{-1}$)	63
4.8 Biometria das mudas	64
4.9 Perfilhamento	67
4.10 Falhas de brotação	69
4.11 Balanço hídrico.....	72
4.12 Biometria dos colmos da colheita antes da queima.....	73
4.13 Análise estatística dos colmos colhidos	80
4.14 Caracterização do porte do canavial.....	83
5 CONCLUSÕES.....	84
REFERÊNCIAS	85

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclos da cana-de-açúcar e variações na temperatura e pluviosidade da região centro-sul do Brasil Fonte: CASTRO, 1999.....	17
Figura 2- Períodos de desenvolvimento da cana-de-açúcar-Fonte: Doorembo e Kassam, 1979.....	18
Figura 3 - Cana-planta no estágio inicial de brotação, mostrando os dois tipos de raízes do reboło plantado e raízes dos perfilhos brotados (RIPOLI et al., 2006)	27
Figura 4 - Fotografia por satélite da localização da área de ensaios (a). Fotografia da área de ensaios (b).....	30
Figura 5- Distribuição manual dos colmos.....	31
Figura 6- Etapas de sulcação e adubação no sistema semimecanizado (a). Condução de sulco em sistema semimecanizado (b).....	31
Figura 7- Operação de aplicação de inseticida e cobertura do sulco.....	32
Figura 8- Civemasa modelo PCSA-2/L e mecanismo picador.....	36
Figura 9- Mecanismo picador da máquina DMB pequena.....	36
Figura 10- Mecanismo picador da máquina Civemasa pequena.....	37
Figura 11- Abastecimento de mudas na forma de rebolos por meio de <i>big-bag</i>	37
Figura 12- Determinação de variáveis: (a) Comprimento de colmos; (b) Comprimento de rebolos e (c) Diâmetro de colmos.....	38
Figura 13- Caracterização de tipos de gemas das mudas utilizadas: (a) Gema viável, (b) Gema inviável por ataque de pragas e (c) Gema inviável por dano mecânico.....	39
Figura 14- Pesagem de rebolos por meio de célula de carga de uma amostra.....	39
Figura 15- Despalha parcial dos colmos.....	40
Figura 16- Determinação de profundidade de sulcação e cobrimento.....	41
Figura 17- Croqui do critério de determinação de profundidade de sulcação e cobrimento.....	41
Figura 18- Coleta de amostra de solo na base do sulco para determinação de granulometria e umidade atual	42
Figura 19- Croqui do critério de determinação de brotação e tamanho de perfilhos aos 30 e 60 dias (8 amostras de 4 metros por fileira), em cada tratamento (12 fileiras).....	43
Figura 20- (a) Critérios de determinação para contagem de perfilhos e (b) Amostragem, de perfilhamento e tamanho de rebolos.....	44
Figura 21- Comparação para determinar a falha de brotação.....	44
Figura 22- Croqui mostrando o critério para coleta das amostras de colmos industrializáveis antes da queima.....	46
Figura 23- Croqui do critério adotado para coleta da determinação do porte do canavial.....	47
Figura 24- Critério para determinação do porte do canavial, através de Triângulo – Retângulo, (adaptado de RIPOLI, 1996).....	48
Figura 25- Área utilizada para determinação do porte do canavial, após queima.....	48
Figura 26- Colheita manual dos tratamentos (semimecanizado e mecanizado).....	49

Figura 27- Cana carregada mecanicamente em unidades de transbordo.....	50
Figura 28- Croqui da casualização dos tratamentos e datas de realização dos plantios com suas respectivas localizações geográficas, obtidas por GPS.....	51
Figura 29- Resultado da análise de correlação linear entre número de gemas totais e comprimento dos colmos utilizados como mudas.....	59
Figura 30-Resultado da análise de correlação linear entre número de gemas por metro de colmo e comprimento de colmos (cm).....	59
Figura 31-Resultado da análise de correlação linear entre número de gemas viáveis e comprimento dos colmos utilizados como mudas.....	60
Figura 32-Resultado da análise de correlação linear entre número total de gemas . rebolo ⁻¹ e comprimento dos rebolos utilizados como mudas.....	60
Figura 33-Comparativo entre os tratamentos semimecanizados, para as variáveis: profundidade de sulcação (cm), cobrição (cm) e número de rebolos . m ⁻¹	61
Figura 34-Comparativo entre os tratamentos mecanizados, para as variáveis: profundidade de sulcação (cm), cobrição (cm) e número de rebolos . m ⁻¹	62
Figura 35-Resultados das amostragens de número de gemas viáveis (GV), número de gemas inviáveis (GI) e número de gemas totais (GT), por metro de sulco, dos tratamentos semimecanizados.....	64
Figura 36-Resultados das amostragens de número de gemas viáveis (GV), número de gemas inviáveis (GI) e número de gemas totais (GT), por metro de sulco, dos tratamentos mecanizados.....	65
Figura 37-Resultado das análises de correlações lineares entre: número de gemas viáveis -m ⁻¹ e número de rebolos . m ⁻¹ dos plantados.....	65
Figura 38-Resultado das análises de correlações lineares entre: número total de gemas . m ⁻¹ e número de rebolos . m ⁻¹ plantados.....	66
Figura 39-Resultado das análises de correlações lineares entre o número de gemas, viáveis . m ⁻¹ e número de rebolos . m ⁻¹ dos 4 plantios semimecanizados (M1, M2M3 e M4).....	66
Figura 40-Resultado das análises de correlações lineares entre: número total de gemas . m ⁻¹ e número de rebolos . m ⁻¹ dos plantios semimecanizados (M1, M2, M3 e M4).....	67
Figura 41-Médias de número de perfilhos . m ⁻¹ , aos 30 dias após o plantio mecanizado e semimecanizado.....	68
Figura 42-Médias de número de perfilhos . m ⁻¹ , aos 60 dias após o plantio mecanizado e semimecanizado.....	68
Figura 43-Percentagens de falhas (em relação a metragens dos sulcos) de plantio aos 90 dias. Confrontos válidos apenas entre colunas de mesmas cores.....	70
Figura 44-Aumentos do percentual de falhas, em confrontos entre tratamentos mecanizados com seus correspondentes semimecanizados.....	71
Figura 45- Balanço hídrico da área onde se efetuaram os ensaios de campo, por decêndio. De M = maio a F = fevereiro. DEF. = deficiência e EXC. =.excedente	72
Figura 46 -Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica ocorridas no local dos ensaios, por decêndio. De M = maio a F = fevereiro.....	73
Figura 47-Correlação linear entre comprimento de colmos e número de gemas totais por colmo.....	74

Figura 48-Correlação entre diâmetro de colmos (cm) e número de gemas totais por colmo.....	74
Figura 49-Correlação entre diâmetros (cm) e comprimentos (cm) dos colmos que serviram de mudas plantadas em outubro de 2005.....	75
Figura 50-Correlação entre diâmetros (cm) e comprimentos (cm) dos colmos colhidos em outubro de 2006.....	75
Figura 51- Confronto entre grupos de tratamentos em relação ao número de colmos . ha ⁻¹	76
Figura 52-Correlação linear entre a produtividade agrícola (t . ha ⁻¹), obtida aos 12 meses, com a percentagem de falhas determinadas aos 90 dias após o plantio.....	77
Figura 53-Confronto entre percentagem de falhas determinadas aos 90 dias após o plantio e a produtividade agrícola obtida na colheita.....	77
Figura 54-Confronto entre produtividades agrícolas obtidas nos tratamentos e as quantidades de mudas plantada (t . ha ⁻¹).....	78
Figura 55-Correlação linear entre quantidade de mudas plantadas (t . ha ⁻¹) e produtividade agrícola obtida (t . ha ⁻¹).....	79
Figura 56-Confronto entre Rendimento agrícola (%) e falha aos 90 dias (%).....	79
Figura 57-Correlação entre falhas aos 90 dias (%) e rendimento agrícola.....	80
Figura 58-Resultados obtidos para porte do canavial para os tratamentos semimecanizados.....	83
Figura 59-Resultados obtidos para porte do canavial para os tratamentos mecanizados.....	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Datas de ocorrência dos ensaios de campo.....	34
Tabela 2- Resultados médios de biometria, dia 06/10/05, mecanismo picador utilizado foi da Cg.....	52
Tabela 3- Resultados médios de biometria, dia 07/10/05, mecanismo picador utilizado foi o da Cg.....	53
Tabela 4- Resultados médios de biometria das mudas, dia 14/10/05, mecanismo picador utilizado foi o da Dp.....	54
Tabela 5- Resultados médios de biometria, dia 24/10/05, mecanismo picador utilizado foi da Cp.....	55
Tabela 6- Resultados médios de biometria, dia 27/10/05, mecanismo picador utilizado foi da Cg.....	56
Tabela 7- Confronto entre a diminuição de gemas viáveis nos colmos e nos rebolos Em função do mecanismo picador utilizado (em 135 colmos).....	57
Tabela 8- Correlações entre as variáveis em função do mecanismo picador.....	58
Tabela 9- Resumo da análise estatística referente as variáveis: colmos e rebolos, ao nível de significância de 1 %.....	61
Tabela 10- Resultados de granulometrias e de umidades (U) do solo, na base do sulco, correspondentes aos ensaios das plantadoras.....	63
Tabela 11- Resultados da estimativa de massa de mudas plantadas ($t \cdot ha^{-1}$) em cada tratamento.....	63
Tabela 12- Índices de falhas para avaliação de plantio.....	70
Tabela 13- Resultado da análise de variância, com teste de Tukey a 1 %, do número, médio de falhas em cada tratamento. Médias com mesmas letras não diferem entre si considerando-se somente dentro dos grupos de confronto...	72
Tabela 14- Resultados do Teste de Tukey para cada um dos quatro grupos de tratamentos efetuados e referentes dados de biometria da massa de colmos colhidos após 12 meses do plantio.....	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Cg =	Civemasa grande
Cp =	Civemasa pequena
Sa =	Santal
Dp =	DMB pequena
Dg =	DMB grande
M1 =	Semimecanizado, data de plantio 06/10/2006
M2 =	Semimecanizado, data de plantio 10/10/2006
M3 =	Semimecanizado, data de plantio 21/10/2006
M4 =	Semimecanizado, data de plantio 25/10/2006
SIG =	Significância 1 %
D.P. =	desvio padrão
C.V. =	coeficiente de variação
U =	umidade
M =	maio
F =	fevereiro
DEF. =	deficiência
EXC. =	excedente
NS =	diferenças não significativas
S =	diferenças significativas

RESUMO

Biometria de mudas de cana-de-açúcar (*Saccharum Spp.*) em dois sistemas de plantio

Com objetivo de se determinar a provável variação das características biométricas de determinada variedade de cana-de-açúcar em função de diferentes sistemas de plantio efetuou-se o presente estudo em área do grupo COSAN / Costa Pinto (Piracicaba-SP), no período de outubro de 2005 e outubro de 2006. Para tanto, foi realizado um ensaio padronizado, onde, sob as mesmas condições de campo foram efetuados plantios mecanizados e semimecanizados. As variáveis biométricas aqui estudadas foram: comprimento dos colmos (m), diâmetro médio de colmos (cm), peso médio de colmos (Kg), número de internódios . colmo⁻¹, número de gemas viáveis . colmo⁻¹, número de gemas inviáveis . colmo⁻¹, número total de gemas . colmo⁻¹, número médio de rebolos . colmo⁻¹, comprimento médio de rebolos (cm), número de gemas viáveis . rebolo⁻¹, número de rebolos amostrados (de 30 colmos), peso dos rebolos amostrados (Kg de 30 colmos), número de gemas inviáveis . rebolo⁻¹, número total de gemas . rebolo⁻¹, % gemas viáveis . colmo⁻¹, % gemas viáveis . rebolo⁻¹, peso médio por rebolo (kg), estimativa da quantidade plantada de mudas . ha⁻¹, profundidade média de sulcação, altura média de camada de solo sobre as mudas, número médio de gemas, quantidade de rebolos por metro de sulcação, perfilhamento, falhas de brotação, quantidade de colmos industrializáveis . ha⁻¹ e produtividade agrícola. A colheita foi efetuada em sistema semimecanizado (corte manual e carregamento mecânico). Dos resultados obtidos pode-se afirmar que as maiores correlações obtidas foram: número de gemas totais . m⁻¹ vs número de rebolo . m⁻¹: $r = 0,88$; número de gemas viáveis . m⁻¹ vs número de rebolos . m⁻¹: $r = 0,82$. Porém a maioria das correlações obtidas encontraram-se abaixo de $r = 0,80$, indicando fraca correlação. A densidade de plantio nos tratamentos mecanizados variou (9,9 a 13,2 t . ha⁻¹) e nos tratamentos semimecanizados de (8,4 a 10,2 t . ha⁻¹). Mesmo assim, o plantio mecanizado apresentou menor número de perfilhos e maior quantidade de falhas. Os resultados demonstram que os sistemas mecanizado e/ou o semimecanizado não interferiram significativamente, regra geral, nas variáveis, comprimento de colmo, diâmetro, número total de gemas, número de gemas viáveis, quantidade de colmos industrializáveis e a produtividade agrícola.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar; Biometria; Mecanização; Plantio

ABSTRACT

Biometry of sugar cane (*Saccharum* spp.) seedling in two systems of planting

With the purpose of determining the probable variation in the biometrical features of some variety of sugar cane in function of different systems of planting the following study was accomplished at COSAN / Costa Pinto (Piracicaba – SP) group area, from October 2005 to October 2006. For this, it was executed a standardized essay, where, under the same field conditions were accomplished mechanized and semimechanized planting. The biometrical variables here studied were stalks length (m), median diameter of stalks (cm), median weight of stalks (kg), number of sections stalks⁻¹, number of viable shoot . stalks⁻¹, number of unlikely shoot . stalks⁻¹, total number of shoot . stalks⁻¹, median number of billet . stalks⁻¹, median length of billet (cm), number of viable shoot . billet⁻¹, number of sampled billet (the 30 stalks), weight of sampled billet (Kg the 30 stalks), number of unlikely shoot . billet⁻¹, total number of shoot . billet⁻¹, % viable shoot . stalks⁻¹, % viable shoot . billet⁻¹, median weight for billet (kg), estimation of the quantity of planted seedling . ha⁻¹, median furrow depth, median height of amount of soil over billets, median number of shoot, amount billets per meter of furrow, sprigging, budding failures quantity of stalks / ha and agricultural productivity. The data analysis revealed that most of the obtained correlation were under $r = 0,80$, showing weak correlation. From the obtained results it can be assured that the biggest correlations obtained were: number of total shoot . m⁻¹ vs number of billet, $r = 0,88$, number of viable shoot vs number of billet: $r = 0,82$. The density of planting in the mechanized treatments varied from (9,9 to 13,2 t. ha⁻¹) and in the semimechanized treatments from (8,4 to 10,2 t. ha⁻¹). Even so, the mechanized planting showed lower number of debris and higher quantity of failures. The results demonstrated that the mechanized and the semimechanized systems didn't interfere meaningfully, general rule, in the variables, stalks length, diameter, number of shoot, number of viable shoot, quantity of stalks and the agricultural productivity.

Keywords: Sugar cane; Biometry; Mechanization; Planting

1 INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva da cana-de-açúcar é uma das mais importantes do agronegócio brasileiro, não só pelo seu elevado destaque no contexto doméstico e internacional, mas também pela dinâmica apresentada nos últimos anos e pelas perspectivas de crescimento (RODRIGUES 2006).

Projeções recentes indicam que o aumento do consumo interno e o das exportações de álcool e de açúcar deverão contribuir fortemente para o crescimento e para a sustentabilidade do setor sucroalcooleiro no Brasil (VEIGA et al.; 2006).

CONAB (2007), na safra 2006/2007, foi constatado que no Brasil a produção de cana-de-açúcar, para todos os usos, foi em torno de 475,73 milhões de toneladas. Resultando 302 milhões de toneladas de açúcar, 17,5 bilhões de litros de álcool. Essa safra foi 9,1 % maior que a safra anterior.

Segundo o IDEA NEWS (2007), o Brasil ocupa 7,2 milhões de hectares com canaviais e, até 2010/11 essa área ultrapassará 10,3 milhões de hectares, ou seja, uma expansão de 43% em apenas 4 safras.

O método convencional de plantio de cana-de-açúcar no Brasil é o semimecanizado erroneamente chamado de manual. Para a redução dos custos com mão-de-obra, aumento de produtividade e qualidade operacional, o plantio manual deve ser substituído total ou parcialmente por operações mecanizadas.

Segundo Ripoli et al. (2006), atualmente, dentre as inúmeras operações envolvidas no sistema de produção agrícola, todas elas podem ser mecanizadas. As etapas envolvidas no plantio, somente nos últimos anos, passou a contar com a opção de mecanização total, pois, até então, elas eram e são, em sua grande maioria das áreas, executadas na forma semimecanizada, (sulcação – adubação e cobertura de sulco mecanizados e, distribuição, alinhamento e picamento de mudas, manuais).

O sistema de plantio está sendo mecanizado, principalmente para suprir a falta de mão-de-obra, para melhorar a qualidade do plantio e para redução de custo.

A hipótese de trabalho deste estudo é a de que o plantio mecanizado apresenta em relação a cultura melhores características biométricas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância da cultura da cana-de-açúcar na economia brasileira

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), é uma das culturas de maior importância econômica no Brasil, devido sua grande área plantada e seus produtos e subprodutos, como o açúcar e o álcool, gerando assim, uma série de benefícios para a sociedade, como empregos e avanços tecnológicos (FERNANDES, 2000).

A importância da cultura canavieira no final dos anos de 1800 para produção de álcool e açúcar, quando já se cogitava a possibilidade de usar álcool como combustível automotivo (LEÃO, 2002).

Dias Neto (2000), considera que o complexo sucroalcooleiro ocupa um lugar de destaque no agronegócio brasileiro, produzindo açúcar e álcool combustível, além de inúmeros outros produtos de relevância para a economia nacional.

A cultura da cana-de-açúcar reveste-se, atualmente, de grande importância sócio-econômica, visto que é utilizada como matéria prima para produção de duas *commodities* nacionais de grande magnitude e peso na balança comercial nacional: o açúcar e o álcool. Este último, ainda mais em voga, devido à crise de preços e à ameaça de escassez dos combustíveis fósseis que assola o mundo moderno, altamente dependente de energia para sobreviver, sem mencionar, ainda, as pressões exercidas pela sociedade no que se refere ao meio ambiente, representados pelo Protocolo de Kyoto e a crescente demanda por carros movidos a mais de um tipo de combustível, dentre eles, o álcool segundo Argenton, (2006).

Atualmente a produção brasileira de cana-de-açúcar, de açúcar e de álcool representa respectivamente, 3,9%, 18,5% e 36,4% da produção mundial, o que torna o Brasil o maior produtor mundial destes produtos (VEIGA et al., 2006).

No Brasil, a cana-de-açúcar é importante fator sócio-econômico constituindo-se como base de três importantes agroindústrias - açúcar, aguardente e álcool - que por sua vez são fontes de matéria-prima para outras indústrias, como bagaço para a fabricação do papel, furfural e confinamento de gado, o melaço para a produção do álcool e de muitas outras de algum significado econômico, segundo Stupiello (1987).

Na safra 2006/2007, foi constatado que no Brasil a produção de cana-de-açúcar, para todos os usos, girou em torno de 475,73 milhões de toneladas, do total produzido, 242,16 milhões de toneladas que representam 50,9 %, seriam destinados à fabricação de açúcar, 183,82 milhões que representam 38,6 % destinados à produção de álcool e o restante, 49,74 milhões que representa 10,5%, à fabricação de cachaça, rapadura, ração, açúcar mascavo e outros (CONAB, 2007).

A produtividade agrícola em Piracicaba da safra 2004/05 foi de 90,5 t . ha⁻¹ (NUMES et al., 2006).

Segundo Veiga et al. (2006), o aumento do consumo interno e o das exportações de álcool e de açúcar deverão contribuir fortemente para o crescimento e para a sustentabilidade do setor sucroalcooleiro no Brasil.

2.2 O plantio da cana-de-açúcar

Segundo Beauclair e Scarpari (2006), o plantio é sempre o investimento crucial na condução de qualquer cultura é a base de seu desenvolvimento e sejam quais forem as práticas de plantio adotadas (semimecanizadas ou mecanizadas), elas devem atender tais demandas.

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 insuficiente e ataques de pragas e doenças.

2.3 Desenvolvimento da cana-de-açúcar

Nos meses iniciais de crescimento e desenvolvimento da cana-de-açúcar, os processos de armazenamento de açúcar operam em tecidos imaturos e nos colmos com pequeno número de nós com internódios completamente desenvolvidos perto da base do talo. Nessa fase é o crescimento, ao invés de armazenamento de açúcar, a preocupação primária da planta. Na planta, foi criado previamente um potencial para acumulação de açúcar no tecido de armazenamento já formado (ALEXANDER, 1973). Ainda segundo o autor, o estabelecimento deste potencial é descrito comumente como processo de maturação. Em condições fisiológicas, o processo de envelhecimento, maturação e amadurecimento não são sinônimos embora possam parecer ao

observador casual. Maturidade tem significados diferentes as diferentes pessoas envolvidas com cana-de-açúcar. O significado mais correio pertence à conclusão botânica: colmos aptos a produzir novas plântulas a cada nó.

A curva que caracteriza o crescimento da cana-de-açúcar de primeiro corte é simétrica para cana de ano, mostrando-se bimodal em cana de ano e meio, Figura 1 de acordo com Castro (1999).

É evidenciado na Figura 1 está apresentado o acúmulo de matéria seca apresenta na forma sigmóide, podendo ser dividido em três fases: I) fase inicial, na qual o crescimento é lento; II) fase de rápido crescimento, onde 70 a 80 % de toda matéria seca é acumulada e III) fase final, em que o crescimento é novamente lento, acumulando cerca de 10 % da matéria seca total (MACHADO, 1987).

Figura 1 - Ciclos da cana-de-açúcar e variações na temperatura e pluviosidade da região centro-sul do Brasil (CASTRO, 1999)

Segundo Doorembos e Kassam (1979), para a cana-de-açúcar, podem ser distinguidas quatro grandes fases de crescimento, conforme mostra a Figura 2, sendo 1º estabelecimento, 2º período vegetativo, 3º formação de colmos e 4º maturação.

Figura 2 - Períodos de desenvolvimento da cana-de-açúcar. (DOOREMBOS e KASSAM, 1979)

2.4 Sulcação

A profundidade do sulco de plantio, de um modo geral, varia de 20 a 30 cm, sendo as de 20 cm uma das causas do tombamento dos colmos, pois deixa as touceiras susceptíveis à ação dos ventos, uma das causas da redução da produtividade (TOLEDO, 1962).

A profundidade da sulcação gira ao redor de 25 a 30 cm não se recomendando que esta exceda a profundidade do preparo de solo, pois pode-se plantar a cana em solo compactado que dificultará o desenvolvimento e penetração das raízes. Trabalho conduzido por Conde & Salata (1985), na Açucareira Quatá (SP), revelou diferenças superiores a 40 % na quantidade do sistema radicular quando o fundo do sulco foi escarificado, com reflexos na produtividade agrícola.

De acordo com Beauclair e Scarpari (2006), a profundidade dos sulcos varia de 20 a 25 cm com largura determinada pela abertura das asas do sulcador num ângulo de 45°, com pequenas variações dependendo da textura do solo.

A profundidade de sulcagem deve variar entre 20 e 30 cm, dependendo do tipo de solo e as condições de temperatura e umidade na época do plantio (PEIXOTO, 1983).

De acordo com Camargo (1983), num sistema de agricultura intensiva o número de máquinas que trafegam uma área é grande e o cultivo muitas vezes é feito sem levar em

consideração a conservação dos recursos edáficos, fazendo com que a compactação apareça sistematicamente nas lavouras de cana-de-açúcar comprometendo uma boa produção agrícola.

2.5 Tamanho dos rebolos, diâmetro e posição das gemas no sulco

Uma das características de maior importância para se obter uma boa densidade de plantio e por consequência uma boa produtividade, está relacionada com as práticas de plantio, levando em consideração, fatores indispensáveis para a otimização da cultura como, escolha da área e da variedade, sanidade da muda, época de plantio, preparo adequado do solo, profundidade de plantio, cobertura dos rebolos e distribuição de gemas no sulco (FERNANDES, 2000).

O plantio de cana-de-açúcar, devido ao fenômeno da dominância apical, é normalmente feito através de rebolos, que são pedaços de colmos contendo duas ou três gemas no estado latente, que encontrando condições favoráveis, passam ao estado ativo de crescimento e desenvolvimento, devido as mudanças das reservas nutritivas pela atividade de enzimas e reguladores de crescimento. A dominância apical exerce influência quando o número de gema dos rebolos plantados é superior a um, e que as gemas basais são as que brotam mais tardiamente, afirmando ainda que o tamanho dos rebolos influi no tamanho dos brotos (DILLEWIJN, 1952).

A dominância apical, que induz primeiramente o desenvolvimento das gemas localizadas na região superior do colmo e mais tardiamente as localizadas na base do colmo, é amenizada no plantio das mudas quando o colmo é picado em toletes com aproximadamente três gemas, obtendo assim um canavial mais homogêneo (BRIEGER e PARANHOS, 1964 citado por MARTINS, 2004).

A secção em rebolos é realizada para garantir uma boa percentagem de brotação, uma vez que rebolos com maior número de gemas têm sua percentagem de brotação diminuída em decorrência da dominância apical (QUINTELA, 1996).

A prática da picação das mudas é comum em todo Estado de São Paulo, mas não vem sendo utilizada em outras áreas produtoras do mundo, como Taiwan e EUA (Louisiana) que utilizam o plantio com mudas de cana inteira, de acordo com Marchiori et al. (2006).

O corte da cana em rebolos, seja antes do plantio na Região Nordeste ou no sulco na Região Centro-Sul, é uma prática tradicional na cultura canavieira (LEE et al., 1986).

Tradicionalmente, a multiplicação de canaviais é feita através do corte dos colmos da cana-de-açúcar em rebolos com uma ou mais gemas. Rebolos com 3 gemas são tomados como básicos mas existem variações que vão de duas a sete gemas. A utilização de rebolos com 3 gemas, é devido ao fato de que canaviais obtidos a partir do plantio de canas inteiras, ou com grande número de gemas por reboło, apresentam mais falhas e um maior índice de levantamento de pontas (LEE, 1984).

Segundo Dias Neto (2000), os colmos são cortados com utilização de facão manual no fundo do sulco. Esta prática é realizada a fim de evitar a ocorrência dos fenômenos de levantamento das pontas e brotação progressiva por dominância apical.

A operação de corte em rebolos no plantio é uma prática onerosa, que demanda muita mão-de-obra (LEE et al., 1984).

Dillewinjn (1952), abordou as questões da brotação inicial nos rebolos e dominância apical citando que quando se plantam rebolos de mais de uma gema, ocorre essa dominância. Observa-se que em colmos inteiros e em qualquer secção de colmo com mais de uma gema, a gema apical mais jovem brotará rapidamente e ao mesmo tempo retardará e até inibirá o desenvolvimento das gemas inferiores, resultando uma porcentagem de brotação média menor quando comparado com rebolos mais curtos.

Outro componente da produtividade de fundamental importância no desenvolvimento da planta é o diâmetro dos colmos, sendo que o mesmo varia em função de diferentes variedades, no entanto, sabe-se, de um modo geral, que o diâmetro dos colmos oriundos da colheita de cana soca é menor que o diâmetro dos mesmos quando oriundos de cana planta (HUMBERT, 1968).

Dillewijn (1952), concluiu em seus estudos com diferentes grupos de cana-de-açúcar, que existe uma correlação negativa não proporcional entre diâmetro dos colmos das touceiras e perfilhamento dos cortes subseqüentes, assim sendo, quanto menor o diâmetro dos colmos, menor o perfilhamento das touceiras e, conseqüentemente menor a produtividade.

Conforme Rocha (1984), a emergência, o perfilhamento e a produção de colmos, em função das épocas de plantio em Piracicaba - SP, utilizando as variedades NA56-79, CB41-76 e IAC52/150. Conclui que rebolos de 3 gemas formam touceiras mais vigorosas com um maior número de colmos e que os colmos gerados são mais altos, de maior diâmetro e peso.

Segovia (1974), utilizou rebolos de uma gema com todo o entrenó superior e inferior, uma gema com meio entrenó superior, uma gema sem entrenós. O autor estudou o efeito do tamanho

do rebolo e da posição da gema na germinação, a variedade utilizada foi a PR-980. Os tratamentos foram colocados cada um em três posições, gema para cima, para baixo e para os lados. Foi utilizado também rebolos de duas gemas preparados de acordo com o mesmo esquema utilizado anteriormente, e colocados em duas posições, gemas para cima e para baixo, e gemas para os lados. Concluiu-se que tanto o tamanho do rebolo como a posição na qual ficam as gemas, tem uma influência marcante sobre a germinação, que as gemas voltadas para cima, e para os lados nos rebolos de maior tamanho, tiveram melhores resultados sobre a germinação.

Chang e Liu (1960) citado por Frazão (1976), estudaram a influência da posição da gema e da profundidade de plantio na germinação e desenvolvimento da cana-de-açúcar, foram utilizados rebolos, da variedade N.Co.310, com duas e três gemas. A profundidade utilizada foi de 2 e 8 cm, na posição horizontal e com 15° de inclinação, com gemas voltadas para cima, para baixo e para os lados. Concluíram que a germinação foi retardada de 3 a 5 dias quando a gema estava voltada para baixo e a porcentagem de germinação foi baixa no meio e na base do rebolo, sendo maior nos rebolos de duas gemas.

Clements (1940), as gemas voltadas para cima emergem primeiro, enquanto que gemas voltadas para baixo necessitam do dobro do tempo para emergir, devido à maior distância que seus brotos tem que vencer para alcançar a superfície do solo, quando são utilizados rebolos de duas gemas e a mais jovem é colocada para cima, a germinação da segunda é afetada, tanto pela dominância apical, como pela maior distância a percorrer para alcançar a superfície e que rebolos plantados com as gemas em posição lateral apresentam germinação consideravelmente melhor, dando destaque a rebolos de 3 gemas.

2.6 Espaçamento e densidade de rebolos no plantio (gemas)

A formação de um canavial uniforme requer um preparo intenso do solo, mudas saudáveis e adequadas técnicas de cultivo. Normalmente as mudas de cana-de-açúcar são plantadas em sulcos na proporção de 12 a 15 gemas por metro de sulco, ou seja, são distribuídas uma cana e meia ou duas canas juntas ao longo do sulco para depois serem picadas em toletes. A posição dos colmos deve ser na forma de “pé com ponta”, isto é, em sentidos contrários, para uniformizar o talhão e evitar alguma possível falha de germinação da região basal do colmo. A dominância apical

exerce influência na germinação quando o número de gemas dos toletes plantados é superior a um, sendo as gemas basais as que brotam mais tardiamente (COLETI, 1987).

Barbieri et al. (1981) estudaram os efeitos da densidade de plantio na produtividade da cana-de-açúcar, plantada em sulcos espaçados de 1,50 m. Foram utilizadas cinco variedades e quatro densidades de plantio sendo: 6, 12, 18 e 21 gemas por metro de sulco. As avaliações dos efeitos dos tratamentos foram feitas para dois ciclos da cultura: cana-planta e primeira soca. As análises estatísticas permitiram concluir que não houve diferença significativamente na produtividade agrícola para as densidades estudadas, indicando que esse fator independe da densidade de plantio quando são utilizadas mudas de boa qualidade. Porém o número de colmos colhidos por metro linear de sulco, diferiu tanto para as densidades, como para as variedades, sendo que na densidade de 18 gemas por metro de sulco, o número de colmos foi maior do que na densidade de 6 gemas.

Paranhos (1972), no Brasil, estudando espaçamentos e densidades de plantio para 3 variedades de cana-de-açúcar, com espaçamentos de 1,00 m; 1,30 m; 1,60 m e 1,90 m entre sulcos e as densidades do plantio 6, 9 e 12 gemas por metro linear de sulco, concluiu que as densidades de plantio afetaram as características da população reduzindo o peso médio dos colmos para as maiores densidades e reduzindo a riqueza em açúcar na menor densidade. Observou ainda que 12 gemas por metro linear, produziram maior população, maior massa de colmos e maior massa de açúcar por hectare. O autor constatou ainda que plantios de 6 a 9 gemas por metro linear foram insuficientes para garantia das produções máximas devido a menor população inicial.

Finalmente, verificou que o aumento das distâncias entre os sulcos tende a aumentar o número de colmos por metro e o conteúdo de sacarose; enquanto a redução da densidade de plantio, dentro do sulco, tende também a reduzir o número de colmos por metro linear, por hectare, e a sua riqueza em sacarose. Porém verificou que todos estes efeitos pouco afetaram a produção final, e que a população de colmos por área e o peso médio dos colmos são os principais componentes da produção de cana-de-açúcar por área.

Beauclair e Scarpari (2006), comentam que a densidade de plantio adotada na implantação de um canavial é de aproximadamente 12 gemas por metro linear de sulco, dependendo da variedade e do seu desenvolvimento vegetativo, corresponde a um gasto de 7 a 10 toneladas de cana por hectare, sendo comum haver um gasto maior de mudas para compensar possíveis falhas,

pois através de um investimento relativamente pequeno, pode-se prevenir a presença de falhas que persistirão por 4 a 5 anos se houverem gemas inviáveis nas mudas utilizadas.

No efeito da densidade de plantio sobre o perfilhamento e produção de cana-de-açúcar utilizando as variedades NA 56-79, IAC 52-150 e SP 70-1143, foi obtido que quanto menor é a quantidade de colmos primários por área, maior é o perfilhamento e as touceiras formadas, tendo maior número de colmos na colheita da cana-planta. Por outro lado, dependendo da variedade, o aumento da densidade de plantio pode provocar uma redução no peso colmo tanto na cana-planta como na cana-soca. É recomendado que para as variedades NA 56-79 e IAC 52-150 sejam utilizadas densidades de 6 rebolos com 12 gemas por metro linear de sulco e na variedade SP 70-1143 seja utilizada uma densidade de 4 rebolos com 8 gemas por metro linear de sulco (PRADO, 1988).

Costa et al. (1981), estudaram diferentes tipos de sulcos e densidades de plantio, em experimentos localizados nos estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte, com a variedade CB 45-3 com tipos de sulcos diversos, ou seja, sulco simples a 1,40 m, sulco base larga a 1,70 m, sulco duplo a (1,40 + 0,60 m) e sulco duplos a (1,80 + 0,60 m) com as densidades de plantio de 5; 7, 5 e 10 toneladas de mudas por hectare. Apresentaram conclusões preliminares referentes a cana-planta, destacando que não houve nenhuma influência das densidades de plantio estudadas, nas produções agrícolas, teor de pol % cana e toneladas de açúcar por hectare e que somente entre os locais é que verificaram diferenças significativas.

2.7 Profundidade de plantio e cobrimento das mudas

De acordo com Casagrande (1991), em relação à profundidade de plantio há de se considerar dois aspectos, a profundidade de sulcação e a espessura da camada de terra que é colocada sobre os rebolos, a falta de umidade do solo pode prejudicar a brotação dos rebolos, assim como o excesso causado pela irrigação, drenagem irregular ou acúmulo de águas de chuva.

Por outro lado, para que boa brotação seja conseguida, é necessário que haja total contato entre a muda e o solo, proporcionando bom desenvolvimento do sistema radicular, facilitando assim a absorção de água do solo pelas plantas (CASTRO NETO, 1982).

Os rizomas da cana-de-açúcar apresentam perfilhos sujeitos ao acamamento, quando os rebolos são plantados em sulcos rasos. Cita ainda que o plantio muito raso, combinado com o ar seco e quente, pode provocar atraso no crescimento dos colmos (CAMARGO, 1970).

2.8 Temperatura e umidade

Magalhães (1987), citado por Scarpari (2002), cita que dos fatores ambientais a temperatura provavelmente, é o de maior significância para o desempenho da cana. Temperaturas altas, geralmente são bem toleradas pela cultura, desde que haja irrigação ou umidade no solo. Porém, em temperaturas baixas (menores que 21 °C) a cultura sofre diminuição na taxa de alongamento dos colmos e acúmulo de sacarose.

A temperatura ideal para a emergência das gemas está na faixa entre 27 a 32 °C. Temperatura abaixo de 5 e acima de 45 têm efeito prejudicial. A umidade ótima do solo varia de 15 a 25 % (CASAGRANDE, 1991; IRVINE, 1983).

A maior parte da cana-de-açúcar comercial é produzida entre as latitudes 35° N e 35° S. A temperatura ótima para o brotamento das mudas é de 32 a 38 °C. Para um ótimo crescimento o ambiente deve apresentar médias de temperaturas diurnas entre 22 e 30 °C, abaixo de 20 °C diminui a taxa de crescimento, porém para a maturação e colheita, se faz necessário a redução da temperatura para 10 a 20 °C com isso, ocorre diminuição na taxa de crescimento e maior acúmulo de sacarose, produto mais nobre da cana e objetivo da indústria sucro-alcooleira (DOOREMBOS & KASSAM, 1979).

Segundo Barbieri & Villa Nova (1977), certas áreas possuem clima ideal para a cultura da cana-de-açúcar, sem restrição alguma, ao passo que outras apresentam restrições térmicas e/ou hídricas moderadas, que permitem a produção econômica da cultura sem exigir recursos e técnicas especiais. Entretanto, há aquelas, em que as restrições são limitantes, onde o cultivo das variedades selecionadas e o emprego de recursos especiais, podem corrigir deficiências hídricas, ou a adoção de técnicas culturais adequadas previne os efeitos do frio, permitindo uma lavoura econômica.

Os autores ainda citam que a cana-de-açúcar é cultivada em quase todos os estados do Brasil, mas as grandes zonas canavieiras restringem-se principalmente entre as latitudes 8° e 23° S. A temperatura média anual é de 20 °C na região Centro – Sul e 26 °C na região Norte –

Nordeste. A precipitação média anual é de 1.250 a 1.750 mm no Centro – Sul, de 750 a 1.250 mm no Nordeste e de 1.750 a 2.500 mm no extremo norte.

Para obter uma boa brotação e fornecimento de água para a planta, o solo deve estar o mais próximo da capacidade de campo, o que pode ser conseguido através de técnicas como o uso de irrigação, vinhaça e utilização de fontes de matéria orgânica (como a torta de filtro) para auxiliar o armazenamento de água no solo. Técnicas como estas promovem melhores condições de brotação em épocas desfavoráveis (BEAUCLAIR & SCARPARI, 2006).

2.9 Fatores que influenciam na qualidade do plantio

Dentre os fatores que podem ser influenciados pela qualidade da operação de plantio, os mais importantes são a brotação e o perfilhamento.

2.9.1 Brotação das mudas

A boa capacidade de brotação é uma característica desejável das variedades, principalmente quando o período de plantio envolve épocas com condições ambientais desfavoráveis (CASAGRANDE, 1991).

De acordo com Silva, et al. (2003), hoje em dia, existem diversas variedades com diferentes características que se adaptam às adversidades encontradas durante o cultivo e o ciclo da cultura.

Em plantios comerciais, a cana-de-açúcar é multiplicada vegetativamente, através do método de plantio de pedaços do colmo, com um determinado número de gemas, chamados rebolos (GOMES, 2003).

O conhecimento do processo de brotação é de grande importância para o sucesso da cultura, pelo fato de que o canavial deverá ser explorado por um período médio de cinco anos. Sendo assim um canavial implantado sem os conhecimentos básicos de plantio, poderá ter reduzida a sua longevidade, determinando como consequência, elevação dos custos de produção (QUINTELA, 1996).

A brotação das gemas na cana-de-açúcar é um dos processos que requer maior atenção nesta cultura, pois dele dependerá, em grande medida, a futura população de plantas no campo (PLANA et al., 1987).

A propagação da cana-de-açúcar é geralmente feita por intermédio de pedaços de colmo, definido como rebolo, contendo uma ou mais gemas. A brotação constitui uma fase importante, pois uma boa brotação reflete um bom começo que trará à área cultivada, plantas vigorosas e que resultarão no final do ciclo em uma colheita compensadora. A brotação das gemas é afetada por fatores intrínsecos e externos. As gemas utilizadas para a propagação, nutrem-se da reserva do rebolo do qual fazem parte, até que as raízes passem a atuar como captadoras das reservas do solo (SIMÕES NETO, 1987).

Dillewijn (1952), explica que este procedimento é normalmente feito através de rebolos contendo duas ou três gemas no estado latente que, encontrando condições favoráveis, passam ao estado ativo de crescimento e desenvolvimento, ou brotação.

As datas de plantio e o clima são fatores determinantes na produção de colmos . ha^{-1} em cana-de-açúcar. (SCARPARI, 2002; MARCHIORI, 2004).

King (1934), concluiu que são precisos, em média, cerca de 30 dias nas regiões subtropicais, para que os rebolos emitam brotos, três semanas no Hawaí, para o rebolo emitir porção de raízes e desenvolver rebentos; cinco a seis semanas na China para emergência inicial. A abreviação do período de emergência está ligada a dois fatores essenciais: o calor e a umidade.

Experimentos realizados na Louisiana, concluiu que toletes com 5 gemas registraram os mais altos rendimentos de cana e açúcar por área, mas que o tamanho do tolete não afeta, isoladamente, o processo de emergência, Arceneaux (1948).

Foi verificado que as gemas mais jovens apresentam maior velocidade de emergência e as regiões do colmo não influíram na porcentagem de emergência quando as mudas foram cortadas e plantadas no mesmo dia, segundo Frazão et al. (1977).

Quintela (1996), a brotação tem início assim que começam a ocorrer mudanças nas reservas nutritivas pela atividade de enzimas e reguladores de crescimento (auxinas). A formação de auxinas faz com que as demais gemas não brotem ou o façam com atraso, o que resulta uma menor porcentagem de brotação.

Dillewijn (1952), verificou a influência da quantidade de reserva energética para a gema, plantando rebolos de uma gema, cada vez menores reduzindo assim a reserva nutritiva até que

esta fosse apenas a contida na casca do nó. Observou que quanto maior o entrenó, melhor a germinação e o desenvolvimento do broto.

De acordo com Simões Neto (1986), no processo de brotação, é necessário conhecer também os fenômenos que interferem sobre o mesmo e qual é influência destes no desenvolvimento da planta.

2.9.2 Perfilhamento

Segundo Dillewijn (1952) se a boa brotação dos rebolos é considerada a base de uma boa cultura, o perfilhamento é o passo imediato, pois é ele que fornece o número de colmos apropriado para uma boa produção. O primeiro colmo que se forma é denominado primário. As gemas deste colmo em sua base dão origem a colmos secundários estes produzem colmos terciários. Assim, a partir de uma gema forma-se uma touceira com um número variável de colmos. Essa característica recebe o nome de perfilhamento, que é influenciado por diversos fatores: variedade, luminosidade, temperatura e umidade, nutrientes, preparo do solo, espaçamento, pragas e moléstias.

Figura 3 - Cana-planta no estágio inicial de brotação, mostrando os dois tipos de raízes do rebolo plantado e raízes dos perfilhos brotados (RIPOLI et al.¹, 2006)

De acordo com Suguitani (2006), o perfilhamento é o processo de emissão de colmos ou hastes por uma mesma planta, os quais são denominados de perfilhos. Ele ocorre a partir da

¹ (BACCHI, 1983)

porção subterrânea o restolho dos próprios colmos anteriormente formados e varia de espécie para espécie, variedades dentro da mesma espécie, e manejo cultural.

Segundo Alexander (1973), citado por Beauclair e Scarpari (2006), cada perfilho comporta-se como uma planta independente e autônoma, pois têm órgãos próprios como raízes, colmos e folhas, mas todos aqueles que compõem a touceira continuam tendo ligações entre si e podem eventualmente trocar alguns nutrientes e água. O perfilho é afetado por vários fatores, tais como: luz, temperatura, umidade do solo e nutrientes, que são manejados por meio de espaçamento, profundidade e época de plantio, época de corte, controle de pragas e doenças.

Conforme Prado (1988), a fase de perfilhamento determina, em grande parte, a produtividade da cultura, sendo que a quantidade de perfilhos que conseguem atingir a maturidade determinará a quantidade de colmos da lavoura.

O processo de perfilhamento é regulado por uma auxina que é formada no topo e que desce em fluxo contínuo em direção à base. Essa auxina promove a biossíntese de enzimas específicas que atuam na degradação de polissacarídeos específicos da parede celular do colmo, produzindo oligossacarídeos capazes de inibir o desenvolvimento das gemas laterais, que se manteriam dormentes. A auxina exerceria, nesse caso, um duplo efeito: alongamento do colmo e o impedimento do desenvolvimento das gemas laterais ocorrendo a dominância apical (CASTRO, 2001).

Segundo Casagrande (1991), a auxina exerceria nesse caso um duplo efeito: alongamento do colmo e o impedimento do desenvolvimento das gemas laterais (dominância apical). Com alta luminosidade, o fluxo de auxina diminui e observa-se então decréscimo no grau de inibição das gemas laterais, o que resulta numa maior formação de perfilhos.

Suguitani e Matsuoka (2001), o perfilhamento nos primeiros meses após o plantio é lento, sendo mais intenso à medida que as condições climáticas, temperatura e precipitação tornam-se favoráveis, chegando ao pico entre os meses de novembro e dezembro, nas condições do estado de São Paulo. Foram avaliadas quatro variedades (RB835054, RB835486, RB855113 e RB855536) em duas regiões produtoras (Araras e Valparaíso) e o número máximo de perfilhos por metro linear encontrado foi de 20 a 25. Esse valor foi diminuindo até a colheita, sendo a redução da ordem de 40 a 50 % em relação ao pico populacional, chegando a valores entre 10 e 13 perfilhos por metro dependendo da variedade.

Esta redução também foi observada por Prado (1988) estudando as variedades NA 56-79, IAC 52-150 e SP 70-1143 em diferentes densidades de plantio, em São Paulo e por Machado et al. (1982) e Leme et al. (1981) que encontraram um valor de 50 % de redução no número de colmos $\cdot m^{-1}$, o que resultou numa densidade de colmos final de 8 a 9 colmos $\cdot m^{-1}$.

De acordo com Rocha (1984), estudando o comportamento de três variedades de cana-de-açúcar quanto, a emergência, perfilhamento e produção de colmos em função das épocas de plantio no estado de São Paulo, na época de plantio da cana de ano em setembro e outubro, há um rápido e intenso perfilhamento porque os períodos ocorrem nas estações da primavera e verão. O mesmo acontece quando se faz o plantio logo no início da época de janeiro-março, cana-de-ano e meio, pois a estação é de final do verão e outono, plantio no final desta época em que o período coincide com as estações de final de outono e inverno, o perfilhamento é menor e mais lento e que o número de perfilhamento obtidos 3 e 4 meses após o plantio também são suficientes para produção de colmos industrializáveis. Em plantio no final desta época, há um atraso na emissão dos perfilhos e apenas aos 4 e 5 meses após o plantio, próximo a estação da primavera, os perfilhos formados são suficientes para a produção final de colmos industrializáveis.

2.10 Falhas

Nas fileiras de plantio ou de soqueira da cana-de-açúcar ocorrem espaços vazios, sem colmos que variam em tamanho e número, denominados falhas (STOLF et al., 1991).

Stolf (1982), propôs um método de quantificar o estado do canavial através de um índice numérico, simples de ser obtido, para permitir sua aplicação em áreas comerciais.

Stolf et al. (1991), apresentaram resultados de cana planta de 3 ensaios cujos tratamentos foram estabelecidos de maneira a se diferenciarem quanto ao estado de falhas. Além de estudar aspectos teóricos do método, o objetivo principal foi o de verificar a variação do rendimento agrícola da cana planta em função do índice percentagem de falha (F %) do método proposto.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

3.1.1 Local do ensaio

As determinações de campo foram realizadas em área cedida pela Usina Costa Pinto, no município de Piracicaba, SP, com coordenadas geográficas: Latitude 47°36'40" S e Longitude 22°41'18" W. A face de exposição solar predominante foi a Leste apresentando de 2 a 4 % de declividade. A área apresentava os tipos de solos classificados segundo EMBRAPA (1999): Nitossolo Vermelho antigo "Latossolo roxo" e Nitossolo ou antiga "Terra roxa estruturada".

A variedade utilizada foi a SP 80 - 3280 com 11 meses, plantada com espaçamento entre fileiras de 1,50 m. Foi utilizada uma adubação de 500 kg . ha⁻¹ de 10-25-25 aplicado no plantio e foi aplicado o herbicida Carbofenil (Furadan), na dosagem de 6 L . ha⁻¹, misturado com 0,250 kg de Fipronil (Regente).

Figura 4 - Fotografia por satélite da localização da área de ensaios (a). Fotografia da área de ensaios (b)

3.1.2 Máquinas utilizadas nos sistemas de plantio

3.1.2.1 Plantio semimecanizado

Para as operações no sistema semimecanizado, utilizou-se os seguintes equipamentos:

- Carreta de Mudas: Trator marca Massey Fergusson, modelo 275, 4x2 TDA de 75 cv.

Figura 5 - Distribuição manual dos colmos

Foram utilizados seis operadores para a distribuição de mudas dentro dos sulcos e fracionamento dos colmos.

- Sulcação: Trator marca Valtra, modelo BH180, 4x2 TDA de 180 cv.

Figura 6 - Etapas de sulcação e adubação no sistema semimecanizado (a), Condução de sulco em sistema semimecanizado (b).

- Cobertura de sulco: Trator marca Massey Fergusson, modelo 5275, 4x2 TDA de 75 cv.

Figura 7- Operação de aplicação de inseticida e cobertura do sulco

Após a distribuição das mudas é realizado o cobrimento das mudas e a aplicação de inseticida por trator equipado com cobridor de cana-de-açúcar.

3.1.2.2 Plantio mecanizado

Equipamentos utilizados:

- Trator marca Massey Fergusson, modelo 6360, 4x2 TDA de 220 cv.
- Plantadora marca Civemasa, modelo PCSA 2/L.
- Plantadora marca Civemasa, modelo SPTPC2/2/1.
- Plantadora marca DMB, modelo PCP 5000.
- Plantadora marca DMB, modelo PCI 4000-geração III.
- Plantadora marca Santal, modelo PCP2.

Além destes equipamentos acima citados, foram necessários:

- 1 operador de plantadora.
- 4 operários.

3.1.3 Instrumentos de mensuração

Os instrumentos de mensuração utilizados nas determinações foram: Trena de fibra, marca Eslon, com capacidade de 20m e leitura de 5x10⁻² m; Trena Stanley de 3 m; Sacolas de nylon tipo “Big-Bag” com capacidade para 200 kg; Corda de nylon; Fichas de campo e canetas; Estação Total marca Nikon, modelo 320, com precisão nominal angular de 10 s e linear de 5 mm + 1 ppm; GPS Portátil marca Trimble, modelo AG132 com correção diferencial via algoritmo; Célula de carga marca Kyowa, modelo LU2TE, com capacidade de carga de 2.000 kgf e menor leitura de 1x10⁻¹ Kgf; Indicador de força de célula de carga, modelo Micro-P – Electro-Numeric, Inc; Bateria 12 volts, 7 Ah; Bússola; Apitos; Compasso de madeira; Estiletes; Fita crepe; Nível de bolha; Paquímetro; Rolo de barbante; Réguas milimetradas; Lona de plástico; Latinhas de alumínio; Triângulo de ferro; Notebook Toshiba PS-35; Programa Microsoft Excel e Programa de análise estatística SAS.

3.2 Métodos

No trabalho as variáveis que serão analisadas são listadas a seguir:

- Comprimento dos colmos (m).
- Diâmetro médio de colmos (cm).
- Peso médio de colmos (Kg).
- Número de internódios . colmo⁻¹
- Número de gemas viáveis . colmo⁻¹
- Número de gemas inviáveis . colmo⁻¹
- Número total de gemas . colmo⁻¹
- Número médio de rebolos . colmo⁻¹
- Comprimento médio de rebolos (cm).
- Número de gemas viáveis . rebolo⁻¹
- Número de rebolos amostrados (de 30 colmos).
- Peso dos rebolos amostrados (Kg de 30 colmos).
- Número de gemas inviáveis . rebolo⁻¹

- Número total de gemas . rebolo⁻¹
- % gemas viáveis . colmo⁻¹
- % gemas viáveis . rebolo⁻¹
- Peso médio por rebolo (kg).
- Estimativa da quantidade plantada de mudas . ha⁻¹
- Profundidade média de sulcação e altura média de camada de solo sobre as mudas.
- Número médio de gemas e quantidade de rebolos por metro de sulcação.
- Perfilhamento.
- Falhas de brotação.
- Quantidade de colmos industrializáveis.
- Produtividade Agrícola.

3.2.1 Tratamentos

Os tratamentos utilizados foram os plantios em dois sistemas, sendo o primeiro semimecanizado e o segundo mecanizado.

Desta forma, as análises comparativas entre determinada máquina e seu correspondente plantio semimecanizado, ocorreu conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Datas de ocorrência dos ensaios de campo

Mecanizado	Datas de plantio	Semimecanizado	Datas de plantio
Cg	06/10	M1	06/10
Dp	14/10	M2	10/10
Dg	18/10	M3	21/10
Cp	24/10	M4	25/10
Sa	24/10	M4	25/10

As regulagens dos mecanismos dosadores para a aplicação de defensivos agrícolas e fertilizantes foram efetuadas pelos fabricantes das máquinas em conjunto com os técnicos da COSAN.

3.2.2 Demarcação da área do ensaio

A demarcação das áreas destinadas ao plantio mecanizado e semimecanizado foi feita por estação total em plano topográfico, demarcou-se uma área, com 200,00 metros de comprimento de sulcos e uma largura suficiente para efetuar-se 6 repetições (tiros), ou seja, 12 sulcos para cada tratamento. O preparo do solo foi o mesmo para o mecanizado e o semimecanizado.

3.2.3 Biometria das mudas

Em canteiro de areia, plantou-se 120 internódios escolhidos casualizadamente do material disponibilizado no local dos ensaios, com a finalidade de verificar-se a variável índice de brotação.

Para caracterizar, biometricamente, as mudas, originalmente cortadas manualmente, foram tomadas, casualizadamente, quatro grupos de colmos. Individualmente, cada colmo, passou pelas seguintes determinações: comprimento (cm), diâmetro (cm) a 1,20 m de altura, número de internódios $\cdot \text{colmo}^{-1}$, número de gemas viáveis $\cdot \text{colmo}^{-1}$ e número de gemas inviáveis (por danos mecânicos ou por ataque de pragas).

A seguir, nos mesmos dias das determinações, efetuou-se o fracionamento destes colmos. Para tanto, se utilizou o mecanismo picador da plantadora Cg, estando esta estacionada. Com este critério, obteve-se a desejada padronização e a casualização de tamanho de rebolos para as máquinas Sa, Dg e a própria Cg, em termos de danos mecânicos causados pelo fracionamento e que utilizam, em seus depósitos, mudas na forma de rebolos, mostrados na Figura 8.

Figura 8 - Civemasa modelo PCSA-2/L e mecanismo picador

Na amostragem do dia 14/10/2005, o fracionamento ocorreu no mecanismo da máquina DMB pequena (Dp), mostrado na Figura 9. E no dia 24/10/2005, o fracionamento ocorreu com o mecanismo picador da Civemasa pequena (Cp), mostrado na Figura 10 durante as respectivas operações de plantio.

Figura 9 - Mecanismo picador da máquina DMB pequena

Figura 10 - Mecanismo picador da máquina Civemasa pequena

Nas plantadoras, Civemasa grande (Cg), Civemasa pequena (Cp) e DMB pequena (Dp) as carretas recebem mudas na forma de colmos. Nas duas outras máquinas Santal (Sa) e DMB grande (Dg), as mudas encontravam-se na forma de rebolos e, portanto, foram nelas colocadas por meio de *big-bag* (Figura 11).

Figura 11 - Abastecimento de mudas na forma de rebolos por meio de *big-bag*

Foi determinado, individualmente e na totalidade os rebolos resultantes do fracionamento dos colmos, o comprimento médio de colmo (cm), o número de gemas viáveis. colmo⁻¹, o número de gemas inviáveis . colmo⁻¹, a qualidade do cisalhamento e o peso médio total de rebolos . amostragem⁻¹ (kg), conforme mostrado nas Figuras 12 e 13.

Figura 12 - Determinação de variáveis: (a) Comprimento de colmos; (b) Comprimento de rebolos e (c) Diâmetro de colmos

Figura 13 - Caracterização de tipos de gemas das mudas utilizadas: (a) Gema viável, (b) Gema inviável por ataque de pragas e (c) Gema inviável por dano mecânico

Figura 14 - Pesagem de rebolos por meio de célula de carga de uma amostra

Para se tentar eliminar a variável “palha aderida aos colmos” que não é controlável e que poderia dificultar a germinação, aleatoriamente, todas as mudas foram parcialmente despalhadas, manualmente, sem uso de ferramentas (Figura 15). É evidente que, com esta atitude, é provável que ocorra um aumento de danos mecânicos na manipulação das mudas nas

plantadoras pela diminuição de proteção das gemas pelas palhas durante suas movimentações dentro das máquinas, entendendo ter sido a melhor opção.

Figura 15 - Despalha parcial dos colmos

3.2.4 Profundidade de sulcação e cobrimento

No dia posterior ao plantio mecanizado e semimecanizado foram efetuadas amostragens, nos sulcos, com o objetivo de se determinar: profundidade de sulcação, altura de terra de cobertura, número de rebolos por metro linear de sulco, número de gemas viáveis e inviáveis por metro linear de sulco.

Figura 16 - Determinação de profundidade de sulcação e cobrimento

Para as determinações de profundidade de sulcação foram tomadas 30 amostras por tratamento. Para as demais, foram tomadas 10 amostras por tratamento (aos 40, 60, 100, 140 e 180 m), ao longo de 10 sulcos de plantio por máquina/tratamento (2 sulcos por máquina/tratamento eliminados como bordadura), como mostra Figura 17.

Figura 17 - Croqui do critério de determinação de profundidade de sulcação e cobrimento

3.2.5 Granulometria e umidade do solo

Em cada tratamento e seu correspondente semimecanizado, após as operações das máquinas, casualizadamente, foram recolhidos 10 amostras de solo, à profundidade de sulcação. Posteriormente, no laboratório de solos do Departamento de Engenharia Rural /ESALQ, efetuou-se as determinações de acordo com método laboratorial padrão.

Figura 18 - Coleta de amostra de solo na base do sulco para determinação de granulometria e umidade atual

3.2.6 Perfilhamento

Posteriormente, aos 30 e 60 dias, foram efetuados dois tipos de determinações para brotação e tamanho de perfilhos:

Adotou-se o critério mostrado na Figura 19, ou seja, eliminando-se 10 m de bordadura em cada sulco, amostraram-se as 8 repetições de 4 m cada uma (de 2 sulcos), espaçadas 20 metros entre si, para cada sulco dos tratamentos.

Figura 19 - Croqui do critério de determinação de brotação e tamanho de perfilhos aos 30 e 60 dias (8 amostras de 4 metros por fileira), em cada tratamento (12 fileiras)

Em cada uma destas amostragens, aos 30 e 60 dias após plantio, contou-se o número de perfilhos. Assim, foram efetuadas 96 amostragens por tratamento em cada uma das duas épocas de leituras. Como cada amostragem correspondeu a dois sulcos de 4 metros, obteve-se um comprimento total amostrado de 384 metros por tratamento. Cabe esclarecer que as duas contagens de perfilhos (aos 30 e 60 dias) sempre nos mesmos locais, por meio de prévia demarcação, conforme mostrado na Figura 20.

Figura 20 - (a) Critérios de determinação para contagem de perfilhos e (b) Amostragem, de perfilhamento e tamanho de rebolos

3.2.7 Falhas de brotação

As falhas de brotação foram determinadas aos 90 dias após o plantio de cada tratamento. Foram consideradas todas as falhas ocorridas, ou seja, não se fez amostragens, determinaram-se todas as falhas em todos os tratamentos e repetições, descontando-se 10 m de bordadura em cada extremidade de cada repetição, o que vale dizer que, em cada tratamento foram percorridos diferentes metragens de sulcos de plantio.

Conceitualmente, definiu-se uma falha real de plantio os espaços maiores que 30 cm e menor que 60 cm na fileira; e para duas falhas foram considerados os espaços maiores que 60 cm e menores que 90 cm na fileira e assim sucessivamente.

A percentagem de falhas é obtida pela relação da soma desses espaços pelo comprimento da fileira de cana avaliada.

Figura 21 - Comparação para determinar a falha de brotação

3.2.8 Estimativa da massa de mudas plantadas ($t \cdot ha^{-1}$)

Com base nos dados de biometria das mudas e nas informações obtidas sobre número de rebolos por metro linear de sulco e no espaçamento de plantio estimou-se a quantidade de mudas por unidade de área plantada em cada tratamento, conforme equação (1)

$$Q_m = 1000 \times mRD_p \quad (1)$$

Sendo:

- Q_m é a quantidade de mudas ($t \cdot ha^{-1}$),
- m a massa do rebolo ($kg \cdot unidade^{-1}$),
- R número de rebolos ($unidades \cdot m^{-1}$),
- D_p a densidade de plantio ($mudas \cdot ha^{-1}$) e
- 1000 o fator de conversão $kg \cdot ha^{-1}$ para $t \cdot ha^{-1}$.

3.2.9 Colheita

A colheita ocorreu no início do mês de outubro de 2006, ou seja, 12 meses após o plantio. As determinações de campo e laboratório abrangeram duas etapas, sendo a primeira com a cana sem queima e a segunda com a cana queimada, após a retirada das amostras para as diversas avaliações. O corte basal foi feito rente ao solo eliminando-se o palmito. Em seguida os colmos foram pesados em balança de precisão e a massa anotada para posterior análise.

3.2.10 Número de colmos industrializáveis

Nos mesmos pontos de amostragens das determinações de perfilhamento efetuadas aos 30 e 60 dias, efetuou-se a contagem do número de colmos industrializáveis. Esta medição tem a finalidade de se apurar o número de colmos industrializáveis por hectare.

3.2.11 Biometria dos colmos da colheita (antes da queima)

A seleção das amostras foi feita respeitando-se 10 metros de bordadura no início e no final dos sulcos de plantio, de forma alternada coletando-se uma amostra a cada 20 metros, ou seja, 6 repetições de 10 amostras totalizaram 60 colmos por tratamento (semimecanizado e mecanizado).

Figura 22 - Croqui mostrando o critério para coleta das amostras de colmos industrializáveis antes da queima

Todas as mudas foram despalhadas manualmente, sem uso de ferramentas. Para a caracterização biométrica das amostras colhidas, cada colmo individualmente, passou pela seguinte seqüência de determinações: comprimento (cm), diâmetro (cm) medido no meio do internódio a 1,5 m de altura da base do colmo e contagem de gemas totais, viáveis e inviáveis. Em seguida as repetições de cada amostra foram identificadas, pesadas e enviadas para o laboratório da COSAN para análise tecnológica da matéria-prima colhida antes da queima. Para a biometria dos colmos da colheita, seguiu-se o mesmo método utilizado nas determinações de biometria das mudas, efetuado antes do plantio.

3.2.12 Caracterização do porte do canavial

A caracterização do estado de acamamento do canavial foi efetuada segundo Ripoli, (1996). A coleta dos dados referente ao porte do canavial foi feita a cada 40 m, em sulcos alternados, com 6 leituras de dados com o auxílio do esquadro, o que resultou em 24 amostras por tratamento.

Figura 23 - Croqui do critério adotado para coleta da determinação do porte do canavial

No talhão em estudo foi posicionado o gabarito com formato de triângulo retângulo (Figura 23) sobre o solo ao longo da fileira de cana, procedendo à contagem e as anotações do número de colmos eretos, acamados e deitados.

Os colmos que estiverem entre 0° e $22^\circ 30'$ tem seu porte considerado como deitado. Entre $22^\circ 30'$ e 45° seu porte é considerado acamado. Acima de 45° é considerado ereto.

Figura 24 - Critério para determinação do porte do canavial, através de Triângulo – Retângulo, (adaptado de RIPOLI, 1996)

Figura 25 - Área utilizada para determinação do porte do canavial, após queima

3.2.13 Colheita manual e pesagem

O último processo de campo executado neste trabalho foi a colheita dos tratamentos (semimecanizado e mecanizado), o qual ocorreu no mesmo dia e com colheita manual, seguindo os padrões usuais estabelecidos pela própria empresa COSAN, conforme ilustra a Figura 26.

Figura 26 - Colheita manual dos tratamentos (semimecanizado e mecanizado)

Com o objetivo de se mensurar as variáveis, Produtividade agrícola ($t \cdot ha^{-1}$) e Rendimento agrícola (%), de ambos os tratamentos, efetuou-se o seguinte procedimento para a coleta de amostras: primeiramente efetuou-se o treinamento da equipe de cortadores, visando a homogeneização de altura de desponte e de corte de base. Cada cortador ficou encarregado de uma repetição, ou seja, responsável pelo corte de duas 2 fileiras de plantio de 200 m de comprimento. Cada repetição, de cada tratamento, foi carregada mecanicamente em unidades de transbordo, conforme ilustra a Figura 27 e pesadas individualmente. Cada repetição correspondeu a uma área amostral de 600 m² (espaçamento x 2 Fileiras x 200 m de comprimento), totalizando um total de 12 pesagens (2 tratamentos com seis repetições por tratamento).

Figura 27 - Cana carregada mecanicamente em unidades de transbordo

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Distribuição dos tratamentos

O croqui mostrado na Figura 28 contém a distribuição casualizada ocorrida para os tratamentos e as respectivas datas de realização dos plantios. O perímetro de cada tratamento e suas localizações geográficas foi determinado por GPS.

Figura 28 - Croqui da casualização dos tratamentos e datas de realização dos plantios com suas respectivas localizações geográficas, obtidas por GPS

4.2 Biometria de mudas e outras análises correlatas

Dos 120 internódios colocados na caixa de areia, 96 brotaram. Portanto, 20 % já apresentavam gemas danificadas.

A biometria das mudas forneceu os resultados apresentados nas Tabelas 1 a 5.

Os dados referentes às percentagens de gemas viáveis . colmo⁻¹ foi de 83,4 e os de gemas viáveis . rebolo⁻¹ foi de 59,4, por estes resultados pode-se afirmar que a ação de fracionamento dos colmos, em rebolos, levou a uma perda de gemas viáveis da ordem de 28,8 %. A Tabela 2 apresenta os demais resultados da análise efetuada.

Tabela 2 - Resultados médios de biometria, dia 06/10/05, o mecanismo picador utilizado foi da Cg

Variáveis	Médias	D. P.	C.V.
Comprimento dos colmos (m)	2,35	15,5	6,6
Diâmetro médio de colmos (cm)	2,8	0,2	7,9
Peso médio de colmos (kg)	1,46	-	-
Número de internódios . colmo ⁻¹	15,1	1,4	9,4
Número de gemas viáveis . colmo ⁻¹	12,6	1,9	15,5
Número de gemas inviáveis . colmo ⁻¹	2,5	1,6	62,8
Número total de gemas . colmo ⁻¹	15,1	1,4	9,4
Número médio de rebolos . colmo ⁻¹	7,4	-	-
Comprimento médio de rebolos (cm)	32,0	8,6	25,5
Número de rebolos amostrados (de 30 colmos)	225	-	-
Peso dos rebolos amostrados (de 30 colmos) (kg)	43,8	-	-
Número de gemas viáveis . rebolo ⁻¹	1,2	0,9	73,7
Número de gemas inviáveis . rebolo ⁻¹	0,82	0,7	90,1
Número total de gemas . rebolo ⁻¹	2,02	-	-
% gemas viáveis . colmo ⁻¹	83,4	-	-
% gemas viáveis . rebolo ⁻¹	59,4	-	-
Peso médio por rebolo(kg)	0,19	-	-

D.P. = desvio padrão e C.V. = coeficiente de variação.

Os dados referentes às percentagens de gemas viáveis . colmo⁻¹ foi de 81,0 e os de gemas viáveis . rebolo⁻¹ foi de 60,9, pode-se afirmar que a ação de fracionamento dos colmos, em rebolos, levou a uma perda de gemas viáveis da ordem de 24,8 %. A Tabela 3 apresenta os demais resultados da análise efetuada.

Tabela 3 - Resultados médios de biometria, dia 07/10/05, o mecanismo picador utilizado foi o da Cg

Variáveis	Médias	D. P.	C. V.
Comprimento dos colmos (m)	2,34	22,6	9,6
Diâmetro médio de colmos (cm)	2,8	0,2	8,7
Peso médio de colmos (kg)	1,45	-	-
Número de internódios . colmo ⁻¹	16,3	1,9	11,4
Número de gemas viáveis . colmo ⁻¹	13,2	2,5	19,0
Número de gemas inviáveis . colmo ⁻¹	3,1	2,1	69,0
Número total de gemas . colmo ⁻¹	16,3	1,9	11,4
Número médio de rebolos . colmo ⁻¹	7,4	-	-
Comprimento médio de rebolos (cm)	31,1	8,7	28,0
Número de rebolos amostrados (30 colmos)	221	-	-
Peso dos rebolos amostrados (de 30 colmos) (kg)	43,6	-	-
Número de gemas viáveis . rebolo ⁻¹	1,4	1,1	83,1
Número de gemas inviáveis . rebolo ⁻¹	0,9	0,83	93,1
Número total de gemas . rebolo ⁻¹	2,3	-	-
% gemas viáveis . colmo ⁻¹	81,0	-	-
% gemas viáveis . rebolo ⁻¹	60,9	-	-
Peso médio por rebolo (kg)	0,20	-	-

D.P. = desvio padrão e C.V. = coeficiente de variação.

Os dados referentes às percentagens de gemas viáveis . colmo⁻¹ foi de 88,2 e os de gemas viáveis . rebolo⁻¹ foi de 86,7, pode-se afirmar que a ação de fracionamento dos colmos, em rebolos, levou a uma perda de gemas viáveis da ordem de 1,7 %, valor totalmente diferente dos demais obtidos. A Tabela 4 apresenta os demais resultados da análise efetuada.

Tabela 4 - Resultados médios de biometria das mudas, dia 14/10/05, o mecanismo picador utilizado foi o da Dp

Variáveis	Médias	D. P.	C. V.
Comprimento dos colmos (m)	2,5	14,3	5,8
Diâmetro médio de colmos (cm)	2,8	0,2	8,1
Peso médio de colmos (kg)	1,83	-	-
Número de internódios . colmo ⁻¹	16,9	1,7	10,0
Número de gemas viáveis . colmo ⁻¹	14,9	2,3	15,5
Número de gemas inviáveis . colmo ⁻¹	2,0	2,0	96,7
Número total de gemas . colmo ⁻¹	16,9	1,7	10,0
Número médio de rebolos . colmo ⁻¹	5,6	-	-
Comprimento médio de rebolos (cm)	44,7	7,8	17,4
Número de gemas viáveis/rebolo	2,6	1,1	41,9
Número de rebolos amostrados (30 colmos)	168	-	-
Peso dos rebolos amostrados (de 30 colmos) (kg)	54,9	-	-
Número de gemas inviáveis . rebolo ⁻¹	0,4	0,9	81,3
Número total de gemas . rebolo ⁻¹	3,0	1,3	30,7
% gemas viáveis . colmo ⁻¹	88,2	-	-
% gemas viáveis . rebolo ⁻¹	86,7	-	-
Peso médio por rebolo (kg)	0,33	-	-

D.P.= desvio padrão e C.V. = coeficiente de variação.

Os dados referentes às percentagens de gemas viáveis . colmo⁻¹ foi de 85,2 e os de gemas viáveis . rebolo⁻¹ foi de 62,5, pode-se afirmar que a ação de fracionamento dos colmos, em rebolos, levou a uma perda de gemas viáveis da ordem de 26,6 %. A Tabela 5 apresenta os demais resultados da análise efetuada.

Tabela 5 - Resultados médios de biometria, dia 24/10/05, o mecanismo picador utilizado foi da Cp

Variáveis	Médias	D. P.	C. V.
Comprimento dos colmos (m)	2,6	20,1	7,8
Diâmetro médio de colmos (cm)	2,8	0,2	6,5
Peso médio de colmos (kg)	1,6	-	-
Número de internódios . colmo ⁻¹	18,8	1,8	9,4
Número de gemas viáveis . colmo ⁻¹	15,5	2,6	16,8
Número de gemas inviáveis . colmo ⁻¹	3,3	1,9	58,0
Número total de gemas . colmo ⁻¹	18,8	1,8	9,4
Número médio de rebolos . colmo ⁻¹	6,0	-	-
Comprimento médio de rebolos (cm)	42,3	6,7	15,8
No. de gemas viáveis . rebolo ⁻¹	2,0	1,3	63,1
Número de rebolos amostrados (30 colmos)	179	-	-
Peso dos rebolos amostrados (de 30 colmos) (kg)	47,3	-	-
Número de gemas inviáveis . rebolo ⁻¹	1,2	1,0	84,2
Número total de gemas . rebolo ⁻¹	3,2	1,1	33,9
% gemas viáveis . colmo ⁻¹	85,2	-	-
% gemas viáveis . rebolo ⁻¹	62,5	-	-
Peso médio por rebolo (kg)	0,26	-	-

D.P. = desvio padrão e C.V. = coeficiente de variação.

Os dados referentes às percentagens de gemas viáveis . colmo⁻¹ foi de 82,9 e os de gemas viáveis . rebolo⁻¹ foi de 63,3, pode-se afirmar que a ação de fracionamento dos colmos, em rebolos, levou a uma perda de gemas viáveis da ordem de 23,6 %. A Tabela 6 apresenta os demais resultados da análise efetuada.

Tabela 6 - Resultados médios de biometria, dia 27/10/05, o mecanismo picador utilizado foi da Cg

Variáveis	Médias	D. P.	C. V.
Comprimento dos colmos (m)	2,4	20,1	4,7
Diâmetro médio de colmos (cm)	2,7	0,16	6,1
Peso médio de colmos (kg)	1,5	-	-
Número de internódios . colmo ⁻¹	17,4	-	9,4
Número de gemas viáveis. colmo ⁻¹	13,1	1,5	11,7
Número de gemas inviáveis. colmo ⁻¹	2,7	1,0	39,2
Número total de gemas. colmo ⁻¹	15,8	1,7	10,9
Número médio de rebolos. colmo ⁻¹	7,6	-	-
Comprimento médio de rebolos (cm)	31,5	2,0	6,3
No. de gemas viáveis . rebolo ⁻¹	1,9	0,9	45,9
Número de rebolos amostrados (30 colmos)	157	-	-
Peso dos rebolos amostrados (de 30 colmos) (kg)	44,1	-	-
Número de gemas inviáveis. rebolo ⁻¹	1,1	0,6	55,4
Número total de gemas. rebolo ⁻¹	3,0	-	33,9
% gemas viáveis. colmo ⁻¹	82,9	-	-
% gemas viáveis. rebolo ⁻¹	63,3	-	-
Peso médio por rebolo (kg)	0,22	-	-

D.P. = desvio padrão e C.V. = coeficiente de variação.

4.3 A redução da percentagem de gemas viáveis nos rebolos provocados pelo fracionamento dos colmos

A Tabela 7 propõe uma comparação entre as duas condições de mudas, (em colmos e em rebolos), para se determinar o efeito do fracionamento dos colmos na redução da percentagem de gemas viáveis nos rebolos.

Tabela 7 - Confronto entre a diminuição de gemas viáveis nos colmos e nos rebolos em função do mecanismo picador utilizado (em 135 colmos)

Amostras da biometria	Mecanismo picador da	No. gemas viáveis Colmo (%)	No. gemas viáveis Rebolo (%)	Tamanho de rebolos (cm)	Diminuição (perdas) de gemas viáveis nos rebolos (%)
1, 2 e 5	Cg	83,4	59,4	32,0	28,8
3	Dp	88,2	86,7	44,7	1,7
4	Cp	85,2	62,5	42,3	26,6

Limitando esta análise apenas entre gemas viáveis nos colmos e nos rebolos, podemos concluir erroneamente de que as variações resultantes se devem aos diferentes tamanhos de rebolos obtidos (32,0; 44,7 e 42,3 respectivamente, na Tabela 7), ou seja, quanto maior o rebolo, maior o número de gemas viáveis. Posição esta, se parcialmente correta, mas não é conclusiva, pois ao se efetuar a análise de correlação entre estas duas variáveis em função do mecanismo picador das plantadoras, esta afirmação é reforçada, como mostrado na Tabela 8, ocorrendo apenas uma tendência e não uma correlação linear forte (acima de $r=0,8$).

Tabela 8 - Correlações entre as variáveis em função do mecanismo picador

Correlações entre	Picador Cg	Picador Dp	Picador Cp
Nº de gemas totais	$R^2 = 0,2164$	$R^2 = 0,4617$	$R^2 = 0,2482$
X	$y = 0,0424x + 5,7329$	$y = 0,0808x - 3,0316$	$y = 0,0756x - 0,0927$
Comprimento de colmos	$r = 0,4652$	$r = 0,6796$	$r = 0,4982$
Nº de gemas viáveis	$R^2 = 0,0703$	$R^2 = 0,2676$	$R^2 = 0,1973$
X	$y = 0,031x + 5,6016$	$y = 0,0832x - 5,6953$	$y = 0,0695x - 1,8173$
Comprimento de colmos	$r = 0,2651$	$r = 0,5173$	$r = 0,442$
Nº de gemas totais	$R^2 = 0,2991$	$R^2 = 0,1099$	$R^2 = 0,0138$
X	$y = 0,0557x + 0,3544$	$y = 0,0434x + 1,0466$	$y = 0,0218x + 2,2943$
Comprimento de rebolos	$r = 0,5469$	$r = 0,3315$	$r = 0,1175$
Nº de gemas viáveis	$R^2 = 0,0948$	$R^2 = 0,1455$	$R^2 = 0,0075$
X	$y = 0,0381x + 0,0573$	$y = 0,0536x + 0,2023$	$y = 0,0151x + 1,3957$
Comprimento de rebolos	$r = 0,3079$	$r = 0,3828$	$r = 0,0866$

Enquanto as perdas percentuais de gemas viáveis (última coluna da Tabela 7) nos rebolos, não permitem nenhuma conclusão, chama a atenção o resultado com o mecanismo picador da Dp (1,7 %). Esses resultados são justificados em função da grande variação, em cada amostra de biometria efetuada, em relação aos desvios padrão e coeficientes de variação de variáveis que resultaram nos números de gemas viáveis e inviáveis, nos colmos e nos rebolos.

Assim, apesar de ser um raciocínio lógico que rebolos maiores apresentam maior número de gemas, não se pode garantir que o fracionamento em rebolos seja o único causador da diminuição de gemas viáveis.

4.4 Correlações lineares entre variáveis e análise estatística da biometria de mudas

Devido à variabilidade demonstrada na maioria dos valores apresentados da biometria das mudas utilizadas nos plantios mecanizados, Tabelas 2 a 6, efetuaram-se algumas análises de correlações entre específicas variáveis por meio de diversas tendências (tipos), onde os resultados das regressões lineares são apresentados e observa-se que são fracas as correlações entre as variáveis, Figura 29 a 32.

Nesses gráficos de correlações lineares os números de pontos que aparecem, ocorreram inúmeros valores iguais e, portanto, a localização no gráfico aparece apenas uma vez, parecendo

que os números de unidades alocadas em cada gráfico são menores que os números totais de unidades tomadas para a biometria.

Figura 29 - Resultado da análise de correlação linear entre número de gemas totais e comprimento dos colmos utilizados como mudas

Figura 30 - Resultado da análise de correlação linear entre número de gemas por metro de colmo e comprimento de colmos (cm)

Figura 31 - Resultado da análise de correlação linear entre número de gemas viáveis e comprimento dos colmos utilizados como mudas

Figura 32 - Resultado da análise de correlação linear entre número total de gemas . rebolo⁻¹ e comprimento dos rebolos utilizados como mudas

As análises estatísticas referentes às principais variáveis que dizem respeito à biometria das mudas, ou seja: dos colmos (comprimento, número de gemas viáveis e número de gemas totais) e dos rebolos (comprimento, número de gemas viáveis e número de gemas totais), ao nível de significância de 1 %, são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Resumo da análise estatística referente as variáveis: colmos e rebolos, ao nível de significância de 1 %

Variáveis	Cg e Cp.	Cg e Dp	Dp e Cp.
Comprimento de colmo	S	S	NS
No. gemas viáveis no colmo	S	S	NS
No. gemas totais no colmo	S	S	NS
Comprimento de rebolos	S	S	S
No. gemas viáveis no rebolo	S	S	S
No. gemas totais no rebolo	S	S	NS

NS = diferenças não significativas; S = diferenças significativas.

Para a análise entre máquinas das variáveis: comprimento de colmo, número de gemas viáveis e número de gemas totais, vale dizer que a colheita das mudas ocorreu entre os dias 05 a 24 / 10, o que pode justificar as diferenças significativas ocorridas. Em relação as variáveis restantes e apresentadas na Tabela 8, onde os colmos foram fracionados pelos mecanismos picadores de cada uma das plantadoras, as diferenças significativas, com certeza foram devidas às características de fracionamento de cada uma delas, com exceção do confronto entre a Dp e Cp.

4.5 Profundidade de sulcação e cobrimento

Figura 33 - Comparativo entre os tratamentos semimecanizados, para as variáveis: profundidade de sulcação (cm), cobertura (cm) e número de rebolos . m⁻¹

Figura 34 - Comparativo entre os tratamentos mecanizados, para as variáveis: profundidade de sulcação (cm), cobrição (cm) e número de rebolos . m⁻¹

A Figura 33 e a Figura 34 mostram que todos os tratamentos tiveram um comportamento adequado para as variáveis profundidade de sulcação e cobrição e, satisfatório em relação ao número de rebolos por metro de sulco, com exceção do Cg (10,4) e M4 (3,0), que fugiram dos níveis dos demais.

No entanto, Toledo (1962) cita que a profundidade do sulco de plantio, de um modo geral, varia de 20 a 30 cm. E, que, menores de 20 cm facilitam o tombamento dos colmos, principalmente pela ação dos ventos e, maiores de 30 cm provocam redução no rendimento.

Quanto à cobrição, Beauclair & Scarpari (2006), comentam que os rebolos são cobertos com uma camada de terra, por volta de, 7 cm, devendo ser ligeiramente compactada.

4.6 Granulometria e umidade do solo

A Tabela 10 apresenta os resultados da análise granulométrica e de umidade das amostras de solo tomadas logo após a realização dos ensaios correspondentes a cada máquina. Os resultados desta tabela mostram que estas variáveis não tiveram influências diferenciadas nos resultados dos tratamentos, pois foram bastante homogêneas as condições de umidade do solo e as suas características granulométricas.

Tabela 10 - Resultados de granulometrias e de umidades (U) do solo, na base do sulco, correspondentes aos ensaios das plantadoras

Tratamentos	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	U (%)
Cg	34,19	21,27	44,54	18,44
Dp	34,79	23,07	42,15	21,03
Dg	33,78	22,45	43,77	20,15
As	36,19	20,58	43,23	22,77
Cp	35,54	20,35	44,11	23,34

4.7 Estimativa da massa de mudas plantadas ($t \cdot ha^{-1}$)

Estimou-se a massa de mudas plantada por unidade de área para todos os tratamentos, cujos valores encontram-se na Tabela 11. Observa-se que, nos tratamentos semimecanizados (M1 a M4), as variações ocorridas estão dentro de limites aceitáveis ($8,4$ a $10,2 t \cdot ha^{-1}$) pela COSAN. Em relação aos tratamentos mecanizados a Cp ($9,9 t \cdot ha^{-1}$) atendeu ao desejado e as demais (Cg e Dg) apresentaram valores muito acima do esperado.

Tabela 11 - Resultados da estimativa de massa de mudas plantadas ($t \cdot ha^{-1}$) em cada tratamento

Tratamentos	Massa de mudas ($t \cdot ha^{-1}$)
M1	9,6
Cg	13,2
M2	8,9
Dp	13,6
M3	10,2
Dg	13,6
M4	8,4
Sa	11,1
Cp	9,9

Beauchair e Sacarpari (2006), afirmam que atualmente a densidade de plantio adotada na implantação de um canavial é de aproximadamente 12 gemas por metro linear de sulco, a qual, dependendo da variedade e do seu desenvolvimento vegetativo, corresponde a um gasto de 7 a 10 toneladas de cana por hectare. Segundo os autores, é comum haver um gasto maior de mudas,

pois através de um investimento relativamente pequeno, pode-se prevenir a presença de falhas que persistirão por 4 a 5 anos se houverem gemas inviáveis nas mudas utilizadas.

4.8 Biometria das mudas

Os resultados das amostragens de número de gemas viáveis (GV), número de gemas inviáveis (GI) e número de gemas totais (GT), por metro de sulco, dos tratamentos são mostrados na Figura 35 (semimecanizados) e na Figura 36 (plantadoras). Efetuou-se também, algumas análises de correlações entre específicas variáveis por meio de diversas tendências (tipos), onde os resultados das regressões lineares são apresentados, nas Figuras 37 a Figura 40.

Figura 35 - Resultados das amostragens de número de gemas viáveis (GV), número de gemas inviáveis (GI) e número de gemas totais (GT), por metro de sulco, dos tratamentos semimecanizados

Figura 36 - Resultados das amostragens de número de gemas viáveis (GV), número de gemas inviáveis (GI) e número de gemas totais (GT), por metro de sulco, dos tratamentos mecanizados

Figura 37 - Resultado das análises de correlações lineares entre: número de gemas viáveis . m^{-1} e número de rebolos . m^{-1} dos plantados

Figura 38 - Resultado das análises de correlações lineares entre: número total de gemas . m⁻¹ e número de rebolos . m⁻¹ plantados

As Figura 37 e a Figura 38, apresentam os resultados de correlações lineares entre rebolos as quais são consideradas fortes, as que se confrontam número de gemas viáveis . m⁻¹ com número de rebolos . m⁻¹ (82,02 %) e gemas totais . m⁻¹ com número de rebolos (88,16 %).

Figura 39 - Resultado das análises de correlações lineares entre o número de gemas viáveis . m⁻¹ e número de rebolos . m⁻¹ dos 4 plantios semimecanizados (M1, M2, M3 e M4)

Figura 40 - Resultado das análises de correlações lineares entre: número total de gemas . m⁻¹ e número de rebolos . m⁻¹ dos plantios semimecanizados (M1, M2, M3 e M4)

Os resultados da Figura 39 e Figura 40 que apresentam dados do sistema semimecanizado, fogem do senso comum, pois as correlações lineares obtidas foram muito tênues (coeficiente de correlação de 23,09 e 44,18 %, respectivamente), diferentemente do que era de se esperar. Uma provável explicação para tal fato pode ser apresentada em razão da freqüente variabilidade de comprimento de internódios em um mesmo comprimento de colmos.

4.9 Perfilhamento

Pela Figura 41 observa-se a marcante diferença de perfilhamento, aos 30 dias, entre os tratamentos com plantadoras e os semimecanizados. A diferença de perfilhamento é maior ainda quando comparada aos 60 dias do plantio, como mostra a Figura 42.

Figura 41 - Médias de número de perfilhos . m⁻¹, aos 30 dias após o plantio mecanizado e semi-mecanizado

A Figura 41 mostra que o perfilhamento aos 30 dias variou, da ordem de 6,3 a 7,1 perfilhos por metro de sulco, ou seja, uma diferença, entre extremos, de 11,3 % para o plantio semimecanizado e da ordem de 3,0 a 4,1 perfilhos por metro de sulco com diferença entre extremos de 26,8 para o mecanizado.

Figura 42 - Médias de número de perfilhos . m⁻¹, aos 60 dias após o plantio mecanizado e semimecanizado

Na Figura 42, mesma análise aos 60 dias, todavia, apresenta uma variação da ordem de a 10,4 a 14,2, perfilhos por metro de sulco ou seja, uma diferença entre extremos, de 26,7 % para o plantio semimecanizado e de 5,0 a 7,9 perfilhos por metro de sulco e diferença entre extremos de 37,5 % para o plantio mecanizado, o que leva a observar que o perfilhamento do canavial apresenta maior vigor no período após os 30 dias do plantio.

Para Suguitani e Matsuoka (2001), o perfilhamento nos primeiros meses após o plantio é lento, sendo mais intenso à medida que as condições climáticas, temperatura e precipitação tornam-se favoráveis, chegando ao pico entre os meses de novembro e dezembro, nas condições do estado de São Paulo.

4.10 Falhas de brotação

A Figura 43 mostra as percentagens de falhas ocorridas nos tratamentos efetuados, sendo que nos semimecanizados, pode-se afirmar que houve uma adequada regularidade em suas percentagens de falhas (variação de máxima de 3 %) e nos mecanizados, o melhor comportamento foi o tratamento com a plantadora Dp, com 12,4 % de falhas. O pior comportamento, por sua vez, foi com a plantadora Cp, com 33 %.

Segundo Beauclair e Sacarpari (2006), a medida das falhas apesar de ser importante na avaliação da qualidade de plantio não reflete a produtividade final, já que, muitas vezes, o perfilhamento estimulado pela maior insolação compensa o número de perfilhos final, tornando mais difícil o seu controle. Cabe lembrar que, a tendência é de considerar falhas apenas para espaços da ordem de 30 cm e não mais de 50 cm.

Figura 43 - Percentagens de falhas (em relação a metragens dos sulcos) de plantio aos 90 dias. Confrontos válidos apenas entre colunas de mesmas cores

O índice de falhas inferior a 10 % é classificado por Stolf et al., (1986) como excelente qualidade de plantio. Propõe a avaliação da qualidade do plantio em relação às falhas em cana planta e socas conforme a Tabela 12.

Tabela 12 - Índices de falhas para avaliação de plantio

% falha > 0,5 m	Avaliação do plantio
0 a 10	Excelente*
11 a 20	Bom**
21 a 35	Médio
35 a 50	Ruim
> 50	Péssimo

(*) Para 15 gemas por metro e condições excepcionais de brotação. (**) Normal, condição tipo mais encontrado, (STOLF et al., 1986).

Portanto os plantios semimecanizados podem ser classificados de excelentes (M1, M2, M3 e M4) e os plantios mecanizados, bom (Cg, Dp e Dg) e médios (Sa e Cp).

Observa-se na Figura 44 o aumento percentual ocorrido entre dado tratamento semimecanizado e seu correspondente mecanizado cujos resultados são muito elevados. Uma possível explicação para esse fato é que as plantadoras que utilizam mudas na forma de rebolos (Cg, Dg e Sa) não apresentam um mecanismo distribuidor adequado. Da mesma forma as

plantadoras que utilizam mudas na forma de colmos, deve-se procurar como provável fonte de erro, a alimentação inadequada do picador pelos operadores. Outra provável explicação para o aumento percentual de falhas entre os confrontos mecanizados e seus correspondentes semimecanizados como mostrados na Figura 44, deve-se provavelmente ao tamanho médio do rebolo (32,0 a 44,7 cm) e a quantidade de gemas viáveis por rebolo (1,2 a 2,6). Lee (1984) e Marchiori (2004), recomendam a utilização de rebolos com 3 gemas.

A respeito desse aspecto será necessária a análise dos resultados finais de produtividade agrícola de cada tratamento

Figura 44 - Aumentos do percentual de falhas, em confrontos entre tratamentos mecanizados com seus correspondentes semimecanizados

A Tabela 13 apresenta as médias do número de falhas ocorridas em cada tratamento. Estas médias foram determinadas apenas para se efetuar a análise de variância com Teste de Tukey, para verificar se as diferenças ocorridas nesta variável foram significativas ou não entre grupos de tratamentos.

Tabela 13 - Resultado da análise de variância, com teste de Tukey a 1 %, do número médio de falhas em cada tratamento. Médias com mesmas letras não diferem entre si, considerando-se somente dentro dos grupos de confronto

Tratamentos	Média do número de falhas	SIG	D.P.	C.V.
M1	34,1	A	11,8	34,5
Cg	106,7	B	26,4	24,7
M2	34,9	C	14,0	40,2
Dp	74,2	E	10,5	14,2
M3	52,3	F	27,6	40,6
Dg	119,6	G	23,1	21,2
M4	51,3	H	5,2	10,1
Sa	160,4	I	17,2	10,7
Cp	198,0	J	38,9	19,6

SIG = Significância 1 %, D.P. = desvio padrão e C.V. = coeficiente de variação.

4.11 Balanço hídrico

As Figuras 45 e 46 apresentam o balanço hídrico, a deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica, no local dos ensaios durante o período de interesse. As precipitações pluviométricas nos meses de outubro e novembro de 2005 foram, respectivamente, 150 e 149 mm, segundo a COSAN.

Figura 45 - Balanço hídrico da área onde se efetuaram os ensaios de campo, por decêndio. De M = maio a F = fevereiro. DEF. = deficiência e EXC. = excedente

Figura 46 - Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica ocorridas no local dos ensaios, por decêndio. De M = maio a F = fevereiro

Segundo Barbieri e Villa Nova (1977), a precipitação média anual é de 1.250 a 1.750 mm no Centro – Sul, de 750 a 1.250 mm no Nordeste e de 1.750 a 2.500 mm no extremo norte. Portanto, pode-se concluir que as precipitações pluviométricas nos meses do ensaio não foram consideradas ideais, devido a ocorrência de déficit hídrico nos decêndios J3 a O2, conforme Figura 45.

4.12 Biometria dos colmos da colheita antes da queima

As correlações seguintes tiveram por base 540 colmos, ou seja, o total amostrado nos 9 tratamentos.

Pela Figura 47, observa-se que a correlação entre as variáveis, número de gemas por colmo e comprimento de colmos não é tão forte (72,05 %), e podemos concluir que para variedade SP 80-3280, o aumento do comprimento dos colmos refletiu mais, em maior número de internódios por colmo, do que internódios mais longos.

Figura 47 - Correlação linear entre comprimento de colmos e número de gemas totais por colmo

A Figura 48, mostra que é muito fraca a correlação (47,53 %) entre as variáveis confrontadas (número de gemas por colmo e diâmetro de colmos), ou seja, a variação do diâmetro do colmo pouca influência exerceu sobre o número de gemas totais, para a variedade estudada.

Figura 48 - Correlação entre diâmetro de colmos (cm) e número de gemas totais por colmo

As Figuras 49 e 50 mostram fracas correlações das mudas plantadas (52,19 %) e nos colmos colhidos (62,41 %), entre diâmetro de colmo e seu comprimento. No entanto, observa-se

uma significativa diferença nessas características físicas dos colmos, pois, nos colhidos ocorreu uma correlação bem mais alta que a ocorrida nas mudas.

Figura 49 - Correlação entre diâmetros (cm) e comprimentos (cm) dos colmos que serviram de mudas plantadas em outubro de 2005

Figura 50 - Correlação entre diâmetros (cm) e comprimentos (cm) dos colmos colhidos em outubro de 2006

A Figura 51 permite o confronto entre os tratamentos em relação a variável número de colmos obtidos por hectare plantados.

Figura 51 - Confronto entre grupos de tratamentos em relação ao número de colmos . ha⁻¹

Pela Figura 52, observa-se as falhas de plantio refletindo na produtividade agrícola (t . ha⁻¹). Entretanto, a correlação apresentada da ordem de apenas 43,90 % leva a indicação de que o número médio de colmos industrializáveis por metro e seus valores médios de comprimento e diâmetro influenciaram o resultado final.

Os efeitos, na produtividade agrícola, de fatores exógenos às plantadoras associadas às quantidades bastante variadas de mudas plantadas por unidade de área podem mostrar que as deficiências dos dosadores das plantadoras não são as únicas variáveis intervenientes nas percentagens de falhas de brotação e, conseqüentemente na quantidade de colmos por hectare.

Figura 52 - Correlação linear entre a produtividade agrícola (t . ha⁻¹), obtida aos 12 meses, com a percentagem de falhas determinadas aos 90 dias após o plantio

Na Figura 53, são confrontados os resultados de Produtividade Agrícola (t . ha⁻¹) e falhas ocorridas aos 90 dias (%).

Figura 53 - Confronto entre percentagem de falhas determinadas aos 90 dias após o plantio e a produtividade agrícola obtida na colheita

Figura 54 - Confronto entre produtividades agrícolas obtidas nos tratamentos e as quantidades de mudas plantada (t . ha⁻¹)

Na Figura 54 observa-se que todos os quatro tratamentos semimecanizados sempre apresentaram valores de produtividade agrícola maiores que seus correspondentes mecanizados.

A Figura 55 mostra que quase não ocorreu correlação (33,12 %) entre quantidade de mudas plantadas (amplitude de 8,4 a 13,6 t . ha⁻¹) e a correspondente produtividade agrícola colhida (amplitude de 76,3 a 90,7 t . ha⁻¹).

Figura 55 - Correlação linear entre quantidade de mudas plantadas (t . ha⁻¹) e produtividade agrícola obtida (t . ha⁻¹)

A Figura 56 mostra que todos os quatro tratamentos semimecanizados sempre apresentaram valores de rendimento agrícola maiores que seus correspondentes mecanizados, e a Figura 57 mostra que não ocorreu correlação (43,43 %) entre as variáveis.

Figura 56 - Confronto entre Rendimento agrícola (%) e falha aos 90 dias (%)

Figura 57 - Correlação entre falhas aos 90 dias (%) e rendimento agrícola

4.13 Análise estatística dos colmos colhidos

As análises estatísticas referentes às principais variáveis que dizem respeito à biometria dos colmos colhidos, ou seja: dos colmos (comprimento, número de gemas viáveis e número de gemas por colmo), número de colmo por hectare e produtividade agrícola, ao nível de significância de 5 %, são apresentados na Tabela 14.

Médias com mesmas letras não diferem entre si, considerando-se somente dentro dos grupos de confronto.

Tabela 14 - Resultados do Teste de Tukey para cada um dos quatro grupos de tratamentos efetuados e referentes dados de biometria da massa de colmos colhidos após 12 meses do plantio

Trat.	Comp. (m)	Sig. 5 %	Diam. (cm)	Sig. 5 %	Gemas . colmo ⁻¹	Sig. 5 %	G.V. (%)	Sig. 5 %	Colmos (n . ha ⁻¹)	Sig. 5 %	P.A. (t . ha ⁻¹)	Sig. 5 %
M1	2,24	A	2,64	A	17,53	A	96,93	A	67778	A	77,78	A
Cg	2,19	A	2,67	A	17,53	A	95,12	A	65486	A	76,28	A
M2	2,21	A	2,56	A	16,78	A	97,83	B	69583	A	87,47	A
Dp	2,30	A	2,62	A	17,62	A	99,82	A	68403	A	90,72	A
M3	2,15	A	2,55	A	15,42	A	99,19	A	64306	A	87,70	A
Dg	2,07	A	2,58	A	16,35	A	97,91	A	50417	B	76,99	B
M4	2,16	A	2,54	B	15,60	B	97,37	B	64931	A	88,92	A
Sa	2,08	A	2,46	B	16,33	AB	97,93	AB	57500	AB	77,39	B
Cp	2,17	A	2,60	AB	17,08	A	97,29	B	65695	A	82,67	AB

Trat. = tratamento. Comp. = comprimento. Sig. = significância. Diam. = diâmetro. G.V. = gemas viáveis. P.A. = Produtividade agrícola.

Grupo de confronto M1 vs Cg:

Para as variáveis, comprimento de colmos, diâmetro de colmo, número de gemas totais . colmo⁻¹, número de gemas viáveis . colmo⁻¹, número de colmos . ha⁻¹ e produtividade agrícola, demonstram que os sistemas mecanizados ou semimecanizado analisados não apresentaram interferência, ao nível de 5 % de significância.

Grupo de confronto M2 vs Dp:

Para as variáveis, comprimento de colmos, diâmetro, número de gemas totais . colmo⁻¹, número de gemas viáveis . colmo⁻¹, número de colmos . ha⁻¹ e produtividade agrícola, demonstram que os sistemas mecanizados ou semimecanizado analisados não apresentaram interferência, ao nível de 5 % de significância.

Grupo de confronto M3 vs Dg:

Para as variáveis, comprimento de colmo, diâmetro de colmo, número de gemas totais . colmo⁻¹, número de gemas viáveis . colmo⁻¹, demonstram que os sistemas mecanizados ou semimecanizado analisados não apresentaram interferência, ao nível de 5 % de significância. Para as variáveis, número de colmos . ha⁻¹ e produtividade agrícola, apresentam diferenças significativas.

Grupo de confronto M4 vs Sa:

Para as variáveis, número de gemas totais . colmo⁻¹, número de gemas viáveis . colmo⁻¹, número de colmos . ha⁻¹ e produtividade agrícola, demonstram que os sistemas mecanizados ou semimecanizado analisados não apresentaram interferência, ao nível de 5 % de significância. Para comprimento e diâmetro de colmo, não apresentaram diferenças significativas.

Grupo de confronto M4 vs Sa:

Para as variáveis, diâmetro de colmo, número de gemas totais . colmo⁻¹, número de gemas viáveis . colmo⁻¹, número de colmos . ha⁻¹ e produtividade agrícola, demonstram que os sistemas mecanizados ou semimecanizado analisados não apresentaram interferência, ao nível de 5 % de significância. Para comprimento de colmo não apresentaram diferenças significativas.

Apesar de terem sido plantadas diferentes quantidades de mudas nos diversos tratamentos, e as percentagens de falhas ocorridas aos 90 dias, foram significativamente diferentes entre tais tratamentos, o resultado final não foi o esperado.

Para outras condições de campo, possivelmente, os resultados poderão se apresentar de forma diferente.

4.14 Caracterização do porte do canavial

Os resultados obtidos para porte do canavial são apresentados através da Figura 58 e a Figura 59. Da análise dos resultados obtidos, segundo Ripoli (1996) significa que os portes, para os canaviais dos tratamentos estudados, devem ser considerados eretos.

Figura 58 - Resultados obtidos para porte do canavial para os tratamentos semimecanizados

Figura 59 - Resultados obtidos para porte do canavial para os tratamentos mecanizados

5 CONCLUSÕES

Os resultados de biometria obtidos neste estudo permitem concluir, independente do sistema de plantio, que:

O comprimento médio dos colmos industrializáveis colhidos foram significativamente iguais.

O diâmetro médio dos colmos apresenta diferenças significativas nos tratamentos, M4, Sa e Cp. Nos demais foram iguais.

O número de gemas por colmo apresenta diferenças significativas nos tratamentos, M4, Sa e Cp. Nos demais foram iguais.

Em relação a gemas viáveis (%) apesar de terem ocorridas variações significativas entre tratamentos (M2, Dp) e (M4, Sa e Cp), de maneira geral, se comportaram dentro dos padrões agronômicos aceitáveis.

Quanto a produtividade agrícola ($t \cdot ha^{-1}$), apesar das diferenças significativas entre tratamentos (M3 e Dg) e (M4, Sa e Cp), torna-se claro que de maneira geral, os dois sistemas estudados encontram-se dentro de valores aceitáveis.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, A. G. **Sugarcane physiology**: a comprehensive study of the *Saccharum* source-to-sink system. Amsterdam: Elsevier, 1973. 725p.
- ARCENEUX, G. Some practical means of improving stands of sugarcane under Louisiana conditions. **The Sugar Bulletin**, New Orleans, v. 26, n. 4, p. 404-413, 1948.
- ARGENTON, P. E. **Influência das variáveis edafoclimáticas e de manejo no rendimento de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) na região de Piracicaba – São Paulo**. 2006. 110p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- BACCHI, O. O. S. Botânica da cana-de-açúcar. In: ORLANDO FILHO, J. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: IAA/Planalsucar, 1983. p.25-37 (Coleção Planalsucar, 2)
- BARBIERI, V.; VILLA NOVA, N. A. Climatologia e a cana-de-açúcar. Araras: PLANALSUCAR – Coordenadoria Regional Sul – COSUL. Climatologia, 1977. p. 1-22.
- BARBIEIRI, V.; BACCHI, O.O.S.; VILIA NOVA, N.A. Espaçamento em cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TECNOCOLISTAS AÇUCAREIROS DO BRASIL, 2., 1981, Rio de Janeiro. **Anais...**Rio de Janeiro, 1981. p. 512-522.
- BEAUCLAIR, E.G.F.; SCARPARI, M.S. Noções fitotécnicas. In: RIPOLI, T.C.C. ; RIPOLI, M.L.C. ; CASAGRANDE, D. ; IDE, B.Y. . **Plantio de cana-de-açúcar**: estado da arte. Piracicaba: Barros & Marques Editoração Eletrônica, 2006. v. 1. 216 p.
- CAMARGO, P. N. **Fisiologia de cana-de-açúcar**. Piracicaba: ESALQ, 1970. 38p.
- CAMARGO, O.A. **Compactação do solo e desenvolvimento de plantas**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 44p.
- CASAGRANDE, A.A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 157p.
- CASTRO, P.R.C. Maturadores químicos em cana-de-açúcar. In: SEMANA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE PIRACICABA, 4., Piracicaba, 1999. Anais. *Saccharum*, v. 1, p. 12-16, 1999.
- CASTRO, P.R.C. Aplicações da fisiologia vegetal no sistema de produção da cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FISILOGIA DA CANA-DE-AÇÚCAR, 1., 2001, Piracicaba. **Material preliminary**. Piracicaba: STAB, 2001a. 1 CD-ROM.

CASTRO NETO, F. Cobridor central para plantio de cana. **Boletim Técnico Copersucar**, São Paulo, n.20, p.13-16, dez, 1982.

COLETI, J.T. Técnica cultural de plantio. In: PARANHOS, S.B. (Coord). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 284-332.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Cana-de-açúcar, safra 2006/2007 – 3º levantamento, nov. 2006**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 05 mar. 2007.

CONDE, A.J.; SALATA, J.C. **Épocas de plantio x época de corte em 6 variedades**. Quatã, : Departamento Agrônômico da Cia. Agrícola Quatã, 1985. 9p. (Relatório datilografado).

COSTA, E.F.S.; SIMÕES NETO, D. E.; GUEDES, W. B. **Observações preliminares sobre o plantio de cana-de-açúcar em diferentes tipos de sulcos e densidades de mudas nos estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte**. Carpina: IAA/PLANALSUCAR. 1981. 33 p.

CLEMENTS, H. F. Factors affecting the germination of sugarcane. **Hawaiian Planters' Record**, Honolulu, n.44, p. 117-146, 1940.

DIAS NETO, A.F. **Aprimoramento de um mecanismo dosador de rebolos de cana-de-açúcar para o plantio mecanizado**. 2000. 97 p. – Dissertação (Mestrado em Mecanização agrícola Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, 2000.

DILLEWIJN, C. VAN. **Botany of sugarcane**. Wal Than: Chronica Botânica, 1952. 371p.

DOOREMBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efectos del água sobre el rendimiento de los cultivos**. Rome: FAO, 1979. 212p. (Riego y Drenaje, 33).

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 1999. 412p.

FRAZÃO, D.A.C. **Influência do intervalo entre colheita e plantio na germinação da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. 1976. 59p. Dissertação (Mestrado, em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1976.

FRAZÃO, D. A. C.; COSTA, J. D.; GODOY, O. P. Viabilidade das gemas dos toletes de cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 86, n. 5, p. 33-41, 1977.

FERNANDES, A. C. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar**. Piracicaba: STAB, 2000. 193p.

GOMES, J. F. F. **Produção de colmos e exportação de macronutrientes primários por cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. 2003. 65 p. Dissertação (Mestrado Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

HUMBERT, R. P. **The growing of sugar cane**. Amsterdam: Elsevier, 1968. 779p.

IDEANEWS Especial: Plantio mecanizado está pegando. IDEA online. Matérias. Disponível em <<http://www.ideaonline.com.br/ideanews/ideanews.asp?cod=41&sec=1>> Acesso em 5 jul. 2007.

IRVINE, J. E. Sugarcane. In: SYMPOSIUM ON POTENCIAL PRODUCTIVITY OF FIELD CROPS UNDER DIFFERENT ENVIRONMENT, 1980, Los Banos. **Proceedings...** Los Banos: IRRI, 1983. p. 361-381.

KING, R.H. Germinação dos toletes. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 3, n.6, p. 377-381, 1934.

LEÃO, R.M. **Álcool**: energia verde. Piracicaba: Instituto de qualificação Editora, 2002. 255p.

LEE, T. S. G.; MATSUOKA, S.; SILVA, M. R.; FURLANI NETO, V. L.; MARTINS, J.; MAGALHÃES, P. M.; CASTILHO, H J. Plantio de cana inteira - viabilidade e recomendações. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DE TECNOLOGISTAS AÇUCAREIROS DO BRASIL, 3., 1984, São Paulo. **Anais...** São Paulo: STAB, p.60-63.

LEE, T. S. G. Efeito do plantio de cana inteira na germinação, no desenvolvimento e na produção de cana-de-açúcar. **Cadernos Planalsucar**, Piracicaba, v. 3, n. 1. p. 13-23, fev. 1984.

LEE, T.S.G.; MARTINS, J.; MATSUOKA, S.; MAGALHÃES, P.M.; SILVA, M.R.; CASTILHO, H J., FURLANI NETO, V.L. Plantio de cana inteira - Viabilidade e Recomendações. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.104, n.1/2. p.4-7, jan./abr. 1986.

LEME, E.J.A.; SACARDUA, R.; ROSENFELD, U. Consumo de água da cana-de-açúcar irrigada por sulcos de infiltração. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2., 1981, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: STAB, 1981. p. 277-311.

MACHADO, E. C. Fisiologia de produção de cana-de-açúcar. Crescimento. In: PARANHOS, S. B. (Coord.). **Cana-de-açúcar**: cultivo e utilização. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 1, p. 56-87.

MACHADO, E.C.; PEREIRA, A.R.; FAHL, J.I.; ARRUDA, J.V.; CIONE, J. índices biométricos de duas variedades de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 9, p. 1323-1329, 1982.

MARCHIORI, L.F.S. **Influência da época de plantio e corte na produtividade da cana-de-açúcar**. 2004. 277p. Dissertação (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MARCHIORI, L.F.S.; BEAUCLAIR, E.G.F.; PIEDADE, S.M.S.; SCARPARI, M.S.; TARDIVO, J.C. Plantio de cana inteira ou picada na cana-de-açúcar. **Revista da STAB**, Piracicaba, v.24 n.3, p.28-31, 2006.

MARTINS, N. G. S. **Os fosfatos na cana-de-açúcar**. Piracicaba, 2004. 87p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

NUNES JUNIOR, D.; PINTO, R. S. DE A. ; TRENTON FILHO, E.; ELIAS, A I. **Indicadores agrícolas do setor sucroalcooleiro. Safra 2004/05**. IDEA – Instituto de Desenvolvimento Agroindustrial. Ribeirão Preto – SP. 2006. 111 p.

PARANHOS, S. B. **Espaçamentos e densidades de plantio em cana-de-açúcar**. 1972. 109p. Dissertação (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1972.

PEIXOTO, A. A. **Operações agrícolas na cultura da cana-de-açúcar**. Campos: I.A.A./PLANALSUCAR-COEST, 1983. 65p.

PLANA, R.; DOMINI, M.E.; ESPINOSA, R.. Influencia de las precipitaciones y la temperatura sobre la brotación de dos variedades de caña de azúcar (*Saccharum* sp híbrido) plantadas en diferentes meses. **Cultivos tropicales**, Habana, v.9, n.3, p. 19-24, 1987.

PRADO, A.P.A. **Perfilhamento e produção da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) em função da densidade de plantio**. 1988. 69 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

QUINTELA, A.C.R. **Avaliação do plantio convencional e de cana inteira, com e sem despolto, e da compactação pós-cobertura, em duas variedades de cana-de-açúcar**. 1996. 37p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

RIPOLI, T.C. Ensaio & certificação de máquinas para colheita de cana de açúcar. In: MIALHE, L.G. **Máquinas agrícolas: ensaios & certificação**. Piracicaba: FEALQ, 1996. p.635-674.

RIPOLI, T.C.; MIALHE, L.G.; NOVAES, H.P. Um critério para avaliação de estudo de canaviais visando a colheita. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 92, n. 3, p. 17-22, mar. 1978.

RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C.; CASAGRANDE, D.V.; IDE, B. Y. **Plantio de cana-de-açúcar: Estado da Arte**. Piracicaba: Ed. dos Autores, 2006. 216 p.

ROCHA, A. M. C. **Emergência, perfilhamento e produção de colmos da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) em função das épocas de plantio no estado de São Paulo**. 1984. 133p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1984.

RODRIGUES, L. **O processo de terceirização e a presença de arranjos institucionais distintos na colheita da cana-de-açúcar**. 2006. 120p. Dissertação (Mestrado em Economia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SEGOVIA, A. Efecto del tamaño y posición del esqueje em la germinación de la caña de azúcar. **Revista de la Facultad Agronomia de la Universidad Central de Venezuela**, Maracay, v.7, n.4, p. 21-35, Mayo, 1974.

SCARPARI, M.S. **Modelos para a previsão da produtividade da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) através de parâmetros climáticos**. 2002. 79p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SIMÕES NETO, D.E. **Influência da quantidade e localização da reserva nutricional do tolete sobre o desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 4., 1987; Olinda CONVENÇÃO DA ACTALAC, 7., Olinda, 1987. **Anais...** Olinda: STAB, 1997. p.342-351.

STOLF, R. Transplante de soqueira de cana-de-açúcar como técnica de renovação da cultura. 1982. 119. p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1982.

STOLF, R.; IAIA, A.M.; LEE, T.S.G. Índice de falhas Segundo o método STOLF: Correlação com o rendimento agrícola em cana planta. **Brasil açucareiro**, Rio de Janeiro, v.104, n.5/6, p. 44-50, 1986.

STOLF, R.; IAIA, A. M.; LEE, T.S.G. Índice de falhas Segundo o método STOLF: Correlação com o rendimento agrícola em soqueiras de cana-de-açúcar. **Álcool & Açúcar**, São Paulo, v.11, n.58, p.12-16, maio/jun. 1991.

STUPIELLO, J.P. **A cana-de-açúcar como matéria prima**. In: PARANHOS, S.B. (Coord.). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. cap.7. v.2 856p.

SILVA, M. A.; CARLIN, S. D.; CAMPANA, M. P.; LANDELL, M. G. A.; PERRECIN, D.; VASCONCELOS, A. C. M. Brotação da cana-de-açúcar em condições de casa de vegetação. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.22, n. 1. p. 28-33, set/out. 2003.

SIMÕES NETO, D. E. **Efeitos da quantidade de reserva energética do tolete e da compactação do solo no desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. 1986. 94p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1986.

SUGUITANI, C.; MATSUOKA, S. Efeitos do fósforo nas características industriais e na produtividade agrícola em cana-de-açúcar (cana-planta) cultivada em duas regiões do estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28., 2001, Londrina. **Ciência do solo: fator de produtividade competitiva com sustentabilidade; resumos**. Londrina: SBCS, 2001. 119p.

SUGUITANI, C. **Entendendo o crescimento e produção da cana-de-açúcar: avaliação do modelo Mosaic**. 2006. 60p. Dissertação (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

TOLEDO, F. F. Plantio da cana-de-açúcar. In:3. Semana de Fermentação Alcoólica, Piracicaba. **Fermentação do caldo de cana.** Piracicaba: Instituto Zimotécnico. v. 1, p. 8-17, 1962.

VEIGA, C. F. M. ; VIEIRA, J. R. ; MORGADO, I. F. **Diagnóstico da Cadeia Produtiva da Cana-de-açúcar do estado do Rio de Janeiro 2006** Rio de Janeiro: FAPPERJ , 2006. 107 p (Relatório de Pesquisa).