

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

**Plantio mecânico de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.): desempenho  
operacional e econômico**

**Geraldo José Cebim**

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

**Piracicaba  
2008**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Geraldo José Cebim  
Engenheiro Civil

**Plantio mecânico de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.): desempenho operacional e econômico**

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

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

**Piracicaba  
2008**

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

Cebim, Geraldo José

Plantio mecânico de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.): desempenho operacional e econômico / Geraldo José Cebim. - - Piracicaba, 2008.  
101 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.  
Bibliografia.

1. Cana-de-açúcar 2. Colheita 3. Máquinas agrícolas 4. Mecanização agrícola 5. Plantio  
I. Título

CDD 633.61  
C387p

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

Aos meus pais José e Marta. A minha amada esposa Vitória Letícia e a minha querida filha Stella Letícia, razões do meu viver. Dedico

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Doutor **Tomaz Caetano Cannavan Ripoli** mais que professor, amigo e orientador, 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: **Áureo Santana de Oliveira**, **Daniel Alexandre Janini**, **Juarez Rennó Amaral**, **Arthur Miola de Mello**, **Marco Antonio Lopes Garcia** e **Vitória Letícia de Souza Mandro Cebim**.

As amigas **Anamari Viegas de Araújo Motomiya** e **Flávia Roncato Frasson** pela amizade e consideração.

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

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

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>10</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>14</b>
<b>LISTA DE SIGLAS.....</b>	<b>16</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS .....</b>	<b>17</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>18</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>19</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1 A importância econômica da cultura da cana-de-açúcar .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2 O plantio da cana-de-açúcar.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.1 Qualidade das operações de plantio.....</b>	<b>23</b>
<b>2.3 Brotação das mudas .....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.1 Fatores intrínsecos que afetam a brotação.....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.1.1 Variedade utilizada .....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.1.2 Idade da gema .....</b>	<b>25</b>
<b>2.3.1.3 Tamanho dos rebolos .....</b>	<b>25</b>
<b>2.3.1.4 Posição da gema, no plantio em relação ao solo.....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.1.5 Intervalo de tempo entre o corte da muda e a distribuição no sulco de plantio .....</b>	<b>27</b>
<b>2.3.1.6 Reserva energética .....</b>	<b>28</b>
<b>2.3.2 Fatores externos que afetam a brotação.....</b>	<b>29</b>
<b>2.3.2.1 Profundidade de plantio e cobertura .....</b>	<b>29</b>
<b>2.3.2.2 Densidade de plantio .....</b>	<b>30</b>
<b>2.3.2.3 Temperatura e umidade do solo.....</b>	<b>30</b>
<b>2.4 Perfilhamento.....</b>	<b>31</b>

<b>2.4.1 Fatores que afetam o perfilhamento .....</b>	<b>32</b>
<b>2.4.1.1 Espaçamento .....</b>	<b>32</b>
<b>2.4.1.2 Profundidade de Plantio .....</b>	<b>32</b>
<b>2.4.1.3 Época de colheita das mudas .....</b>	<b>32</b>
<b>2.4.1.4 Época de plantio .....</b>	<b>32</b>
<b>2.5 Avaliação da qualidade do plantio através do índice de falhas.....</b>	<b>33</b>
<b>2.6 Sistema de plantio da cana.....</b>	<b>34</b>
<b>2.7 Mecanização do plantio.....</b>	<b>34</b>
<b>2.8 Desempenho operacional e econômico de sistemas mecanizados.....</b>	<b>36</b>
<b>2.9 Potência necessária para acionamento de máquinas agrícolas .....</b>	<b>37</b>
<b>2.10 Força de tração .....</b>	<b>38</b>
<b>2.11 Consumo horário de combustível.....</b>	<b>38</b>
<b>2.12 Raio e espaço de giro .....</b>	<b>39</b>
<b>2.13 Determinação dos custos diretos e operacionais.....</b>	<b>40</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODO .....</b>	<b>41</b>
<b>3.1 Material .....</b>	<b>41</b>
<b>3.1.1 Local do ensaio.....</b>	<b>41</b>
<b>3.1.2 Fontes de potência utilizadas.....</b>	<b>41</b>
<b>3.1.2.1 Preparo do solo: .....</b>	<b>41</b>
<b>3.1.2.2 Sistema semimecanizado: .....</b>	<b>41</b>
<b>3.1.2.3 Sistema mecanizado: .....</b>	<b>43</b>
<b>3.1.3 Instrumentos de mensuração.....</b>	<b>44</b>
<b>3.1.4 Defensivos e Fertilizantes.....</b>	<b>45</b>
<b>3.2 Métodos .....</b>	<b>45</b>
<b>3.2.1 Área de plantio.....</b>	<b>45</b>



3.2.2 Especificações técnicas da plantadora de cana picada Santal PCP2 .....	46
3.2.3 Regulagens da plantadora .....	46
3.2.4 Preparo das mudas .....	48
3.2.5 Biometria das mudas .....	48
3.2.6 índice de brotação .....	50
3.2.7 Rebolos do plantio .....	50
3.2.8 Abastecimento de mudas e fertilizantes.....	50
3.2.9 Plantio mecanizado e seu correspondente semimecanizado .....	50
3.2.10 Granulometria e umidade do solo.....	51
3.2.11 Sulcos .....	51
3.2.12 Profundidade de sulcação e altura da camada de solo sobre as mudas. ....	52
3.2.13 Número médio de gemas por metro de sulcação .....	52
3.2.14 Perfilhos.....	52
3.2.15 Falhas de brotação.....	54
3.2.16 Estimativa da quantidade de mudas plantadas ( $t\ ha^{-1}$ ) .....	54
3.2.17 Raio e espaço de giro. ....	55
3.2.18 Perímetro Eficaz e calibração do “encorder”. ....	55
3.2.19 Percurso em manobras de cabeceiras.....	55
3.2.20 Força de tração exigida pela operação. ....	56
3.2.21 Consumo efetivo de combustível. ....	57
3.2.22 Determinação de Capacidades Efetivas.....	60
3.2.23 Estimativas de custos efetivos.....	61
3.2.24 Gastos fixos ou de propriedade: .....	61
3.2.25 Gastos variáveis ou operacionais: .....	62
3.3 Colheita.....	63

3.3.1.1 Número de colmos industrializáveis .....	63
3.3.2 Biometria dos colmos da colheita antes da queima (cana crua).....	63
3.3.3 Caracterização do porte do canavial após a queima .....	63
3.3.4 Coleta de colmos após a queima.....	65
3.3.5 Colheita manual e pesagem .....	65
4.1 Índice de brotação .....	67
4.2 Biometria de mudas e outras análises correlatas.....	67
4.3 Sulcos .....	71
4.4 Número de rebolos e quantidade de gemas por metro de sulco .....	72
4.5 Estimativa da quantidade de mudas plantadas (densidade de plantio) .....	73
4.6 Granulometria e umidade de solo .....	73
4.7 Balanço Hídrico .....	74
4.8 Perfislos.....	74
4.10 Avaliação operacional do sistema semimecanizado .....	78
4.11 Raio e espaço de giro .....	78
4.12 Percurso em manobras de cabeceiras.....	79
4.13 Força de tração e potência .....	79
4.14 Consumo efetivo de combustível .....	85
4.15 Capacidade Efetiva.....	85
4.16 Custo estimado.....	86
4.17 Biometria dos colmos da colheita.....	88
4.18 Número de colmos industrializáveis .....	91
4.19 Caracterização do porte do canavial .....	92
4.20 Produtividade agrícola.....	92
4.21 Rendimento agrícola .....	94

<b>4. 22 Análise tecnológica .....</b>	<b>95</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>96</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>97</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Sulcação e adubação no sistema semimecanizado (a e b).....	42
Figura 2 –	Distribuição de colmos nos sulcos, no sistema semimecanizado (a e b).....	42
Figura 3 –	Fracionamento dos colmos no sistema semimecanizado (a e b).....	42
Figura 4 –	Operação de cobertura de colmos no sistema semimecanizado (a). Trator usado no cobertura de colmos com pneus lisos para não danificar gemas (b).....	42
Figura 5 –	Trator Massey Ferguson modelo 6360 e Plantadora Santal PCP 2 em operação de plantio.....	43
Figura 6 –	Croqui da casualização dos tratamentos com suas respectivas localizações geográficas.....	45
Figura 7 –	Regulagem da velocidade da esteira (a) e do cobridor de sulco (b).....	47
Figura 8 –	Regulagem da quantidade de adubo na dosagem de 500 Kg ha <sup>-1</sup> .....	47
Figura 9 –	O defensivo agrícola Carbofenil (Furadan), na dosagem de 6 L ha <sup>-1</sup> (a) é misturado a 0,250 Kg de Fipronil (a), Regent 800 W, no depósito de agrotóxicos.....	47
Figura 10 –	Colmos (a) e rebolos (b) passando pelas determinações de tamanho, diâmetro e número de gemas viáveis e inviáveis.....	49
Figura 11 –	Gema viável (a). Rebolo atacado por broca, mas com gema considerada viável (b).....	49
Figura 12 –	Gema inviável por dano mecânico (a). Gema inviável por ataque de broca (b).....	49
Figura 13 –	Coleta de amostra de solo para determinação granulométrica e umidade (a e b).....	53
Figura 14 –	Croqui do critério adotado para determinação de profundidade de sulcação e altura da camada de solo sobre as mudas, número médio de gemas por metro de sulcação e número e tamanho de perfilhos.....	51
Figura 15 –	Croqui para determinação da profundidade de sulcação e cobertura	52
Figura 16 –	Determinação da profundidade de sulcação (a) e cobertura (b). (Foto Ripoli).....	53
Figura 17 –	Determinações de número de rebolos e de gemas viáveis.m <sup>-1</sup> de sulco (a e b).....	53
Figura 18 –	Contagem do número de perfilhos em 4 metros de sulco (a). Tamanho de perfilhos (b).....	54
Figura 19 –	Croqui ilustrativo da determinação do perímetro eficaz.....	55
Figura 20 –	Croqui das manobras de cabeceiras.....	56
Figura 21 –	“Datallogger” (a). Célula de carga (b).....	57
Figura 22 –	“Encoder” (a). Fluxômetro - Medidor de consumo de combustível (b).....	57
Figura 23 –	Configuração para determinação da força de tração.....	58
Figura 24 –	Configuração para determinação do esforço tratório.....	58
Figura 25 –	Esquema para determinação da potência disponível na barra de tração. Fonte ASAE (1998).....	60
Figura 26 –	Croqui do critério adotado para determinação de porte do canavial.....	64

Figura 27 – Croqui do critério adotado para coleta das informações para determinação do porte do canavial. Adaptado de Ripoli et al. (1977).....	65
Figura 28 – Colheita das amostras de colmos após a queima (a). Colmos etiquetados para envio a análise (b).....	65
Figura 29 – Colheita manual dos tratamentos semimecanizado e mecanizado.....	66
Figura 30 – Cortador encarregado de 2 fileiras,ou, repetição 1 (a). Carregamento do transbordo correspondente a uma repetição (b).....	66
Figura 31 – Correlação entre o número de gemas viáveis e o tamanho de rebolos (amostra de 07.10.05).....	69
Figura 32 – Correlação entre o número de gemas viáveis e o tamanho de rebolos (amostra de 24.10.05).....	69
Figura 33 – Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5% de significância entre o número total de gemas e o comprimento dos colmos utilizados como mudas. Amostra de 07/10/05 (a) e amostra de 24/10/05 (b).....	70
Figura 34 – Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5% de significância entre o número total de gemas viáveis e o comprimento dos colmos utilizados como mudas. Amostra de 07/10/05 (a) e amostra de 24/10/05 (b).....	70
Figura 35 – Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5% de significância entre o número total de gemas e o comprimento dos rebolos utilizados como mudas. Amostra de 07/10/05 (a) e amostra de 24/10/05 (b).....	70
Figura 36 – Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5% de significância entre o número total de gemas viáveis e o comprimento dos rebolos utilizados como mudas. Amostra de 07/10/05 (a) e amostra de 24/10/05 (b).....	70
Figura 37 – Comparativo entre os tratamentos, mecanizado e o seu correspondente semimecanizado, para as variáveis: profundidade de sulcação (cm) e cobertura (cm).....	71
Figura 38 – Resultado das amostragens de número de rebolos, de gemas totais, de gemas viáveis e gemas inviáveis por metro linear de sulco.....	72
Figura 39 – Quantificação das percentagens de gemas viáveis e inviáveis por metro linear de sulco dos tratamentos mecanizado e semimecanizado.....	73
Figura 40 – Representação gráfica do Balanço Hídrico onde se efetuaram os ensaios de campo, por decênio. De M = Maio (2005) a F = Fevereiro (2006). Fonte: Grupo Cosan (unidade Costa Pinto).....	74
Figura 41 – Resultado do tamanho dos perfilhos ocorrido aos 30 DAP.....	74
Figura 42 – Resultado do número médio de perfilhos $m^{-1}$ de sulco aos 30, 60 e 90 DAP dos tratamentos mecanizado (M) e semimecanizado (SM). .....	75
Figura 43 – Deposição dos rebolos no solo. Plantio semimecanizado (a). Plantio mecanizado (b).....	75
Figura 44 – Percentagem de falhas de plantio (em relação a metragem dos sulcos) aos 90 DAP. Confronto válido entre colunas de mesmas hachuras.....	77

Figura 45 – Gráfico de variação de força (a) e da potência (b) na barra de tração (Kgf) e do consumo efetivo horário (c) em função do deslocamento do conjunto (MF 6360 + plantadora Santal PCP2).....	80
Figura 46 – Gráfico de variação de força (a) e de potência (b) na barra de tração (Kgf) em função do deslocamento do conjunto (Valtra BH 180 + Sulcador) na operação (3 hastes) do plantio semimecanizado.....	80
Figura 47 – Gráfico de variação de força (a) e de potência (b) na barra de tração (Kgf) em função do deslocamento do conjunto (Valtra BH 180 + Sulcador) na operação (2 hastes) do plantio semimecanizado.....	81
Figura 48 – Comparação entre a força na barra de tração ou engate de 3 pontos (FTb), exigida entre os conjuntos. S3 = sulcador, plantio convencional, com 3 hastes; S2 = sulcador, plantio convencional, com 2 hastes.....	81
Figura 49 – Comparações entre as velocidades efetivas desenvolvidas pelos conjuntos nas operações de plantio. S3 = sulcador, plantio convencional, com 3 hastes; S2 = sulcador, plantio convencional, com 2 hastes.....	82
Figura 50 – Comparações entre as potências na barra de tração pó engate de 3 pontos (Pb) exigidas pela pelos conjuntos. S3 = sulcador, plantio convencional, com 3 hastes; S2 = sulcador, plantio convencional, com 2 hastes.....	82
Figura 51 – Comparação entre potências estimadas no motor (Pmotor), exigidas pelos conjuntos para tração. S3 = sulcador, plantio convencional, com 3 hastes; S2 = sulcador, plantio convencional, com 2 hastes, com base na norma ASAE EP391 (1983).....	83
Figura 52 – Resultados dos custos do tratamento mecanizado. Custos fixos ou de propriedade da plantadora e trator (a). Custos variáveis em função da utilização da plantadora e do trator (b). Custos totais efetivos estimados para o conjunto mecanizado (c).....	86
Figura 53 – Confronto entre custos efetivos de plantio mecanizado e o semimecanizado adotado pela COSAN.....	87
Figura 54 – Estimativas de custos operacionais dos conjuntos em função de diferentes Eficiências de Campo (%) comparados com sistema semimecanizado (SM).....	88
Figura 55 – Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5% de significância entre o número total de gemas e o comprimento dos colmos colhidos. Tratamento mecanizado (a); Tratamento semimecanizado (b).....	89
Figura 56 – Confronto entre as variáveis: comprimento dos colmos (a); número total de gemas.colmo <sup>-1</sup> (b) e comprimento dos internódios.colmo <sup>-1</sup> (c) em ambos os tratamentos.....	90
Figura 57 – Diferenças entre o número de gemas viáveis no confronto entre colmos utilizados como mudas e os colhidos.....	90
Figura 58 – Comparação entre os tratamentos das amostragens (repetições) efetuadas em relação ao número médio de colmos ha <sup>-1</sup> .....	91

Figura 59 – Caracterização do porte do canavial para os tratamentos mecanizado e semimecanizado.....	92
Figura 60 – Confronto entre as repetições do tratamento mecanizado e semimecanizado quanto a variável produtividade agrícola.....	93
Figura 61 – Confronto densidade de mudas ( $t\ ha^{-1}$ ), Falhas do plantio (%) e Produtividade agrícola ( $t\ ha^{-1}$ ).....	93
Figura 62 – Confronto entre as repetições dos tratamentos quanto ao rendimento agrícola.....	94
Figura 63 – Confronto entre densidade de mudas, produtividade e rendimento agrícola.....	94

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Índices de falhas para avaliação da qualidade de plantio.....	34
Tabela 2 – Resultados de raio e espaço de giro determinados pelos conjuntos (MF 6360 + plantadora Civemasa PCSA 2/2).....	36
Tabela 3 – Valores médios de força de tração na barra (FTb), velocidades efetivas (Vef), potência na barra de tração (Pb), potência no motor (Pmotor) e consumo horário de combustível (Ce) – plantadora Civemasa PCSA.....	36
Tabela 4 – Custos efetivos de plantio mecanizado da plantadora Civemasa PCSA 2/2....	36
Tabela 5 – Fonte de potência utilizada, com respectivas características de operação.....	43
Tabela 6 – Definição, em função das datas de ocorrência dos plantios para confrontos entre tratamentos e codificações.....	50
Tabela 7 – Resultados médios de biometria, dos dias 07/10/05 (mecanismo picador Cg) e 24/10/05 (mecanismo picador Cp), das mudas utilizadas no ensaio do plantio mecanizado.....	67
Tabela 8 – Resultados da quantidade de rebolos em relação ao número de gemas viáveis e seu tamanho, e suas respectivas quantidades percentuais (amostra do dia 07/10/05).....	68
Tabela 9 – Resultados da quantidade de rebolos em relação ao número de gemas viáveis e seu tamanho, e suas respectivas quantidades percentuais (amostra do dia 24/10/05).....	68
Tabela 10 – Resultados da estimativa de mudas plantadas ( $t\ ha^{-1}$ ).....	73
Tabela 11 – Resultado de análise granulométrica e umidade de solo, na base do sulco, correspondente ensaio da plantadora.....	73
Tabela 12 – Número e metragens de falhas de cada tratamento ocorrido aos 90 DAP.....	76
Tabela 13 – Comparação entre a densidade de plantio e o percentual de falhas ocorrido aos 90 DAP.....	77
Tabela 14 – Resultado da análise de variância, pelo Teste de Tukey, a 1% de significância, do número de falhas em cada tratamento.....	78
Tabela 15 – Resultados de tempos e desempenho do sistema semimecanizado de plantio..	78
Tabela 16 – Perímetro eficaz (m) determinados dos rodados de plantadoras e fontes de potência.....	78
Tabela 17 – Resultados de raio e espaço de giro determinados pelo conjunto (MF 6360 + plantadora).....	79
Tabela 18 – Tempos médios de percurso de manobras de cabeceiras determinados na área de plantio.....	79
Tabela 19 – Potência estimada consumida por motor para acionamento da plantadora.....	83
Tabela 20 – Estimativas das potências consumidas para operação da plantadora para tração e motores hidráulicos.....	83
Tabela 21 – Valores médios de força de tração na barra (FTb), velocidades efetivas (Vef), potência na barra de tração (Pb) e consumo horário de plantio (Ce).....	84
Tabela 22 – Resumo da análise estatística para a variável Consumo Efetivo ( $L\ h^{-1}$ ).....	85
Tabela 23 – Resumo da análise estatística referente a variável Capacidades Efetivas (CE) e limites de tempos médios de manobras de cabeceiras sob as condições padrões dos ensaios, durante o plantio.....	85



Tabela 24 – Valor de aquisição das máquinas.....	86
Tabela 25 – Resumo da análise estatística referente a variável Custo efetivo, apenas, das plantadoras (R\$ ha <sup>-1</sup> ).....	87
Tabela 26 – Resumo da análise estatística referente a variável Custo efetivo, dos conjuntos máquina + fonte de potência (R\$ ha <sup>-1</sup> ).....	87
Tabela 27 – Resultados médios de biometria da cana colhida crua dos tratamentos mecanizado e semimecanizado.....	89
Tabela 28 – Resultados do Teste de Tukey referentes aos atributos biométricos para ambos os tratamentos.....	91
Tabela 29 – Confronto entre os tratamentos das amostragens efetuadas em relação ao número médio de colmos ha <sup>-1</sup> .....	92
Tabela 30 – Resultados da análise de variância, com teste de Tukey a 5%, referentes a produtividade agrícola.....	95
Tabela 31 – Resultados do Teste de Tukey dos tratamentos relativos às análises tecnológicas da matéria prima colhida.....	95

**LISTA DE SIGLAS**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASAE	American Society of Agricultural engineers
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
DAP	Dias após o plantio
FAO	Food and Agricultural Organizations of the United Nations
GEE	Gases do Efeito Estufa
GPS	Global Positioning System
IEA	Instituto de Economia Agrícola
MF	Massey Fergusson
NBR	Normas Brasileiras
PCP2	Plantadora Santal
PCSA 2/2	Plantadora Civemasa
PIB	Produto Interno Bruto
PROÁLCOOL	Programa Nacional do Alcool
UNICA	União da Agroindústria Canavieira de São Paulo

**LISTA DE SÍMBOLOS**

C.V.	Coefficiente de Variação
Ce	Consumo horário de plantio
CE	Capacidade Efetiva
Cg	Civemasa PCSA
Cp	Civemasa
cv	Cavalos de potência
D.P.	Desvio Padrão
FTb	Força de tração na barra
GI	Gemas Inviáveis
GT	Gemas Toatais
GV	Gemas Viáveis
h	Horas
ha	Hectares
Kg	Kilograma
Kgf	Quilograma-força
L	Litros
M	Tratamento Mecanizado
m	Metros
m <sup>2</sup>	Metros quadrados
Pb	Potência bruta
Sa	Plantadora Santal
SM	Tratamento Semimecanizado
t	Toneladas
TDA	Tração dianteira auxiliar
Vef	Velocidade efetiva

## RESUMO

### PLANTIO MECÂNICO DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp.*): DESEMPENHO OPERACIONAL E ECONÔMICO

Com o objetivo de estudar o plantio mecânico da cana-de-açúcar avaliando o desempenho operacional e econômico de uma plantadora de cana, foram realizados ensaios padronizados em condições de campo na Cosan - Costa Pinto, município de Piracicaba, SP, entre outubro de 2005 e outubro de 2006. A variedade de cana foi a SP 80-3280 de 11 meses e primeiro corte e, sob as mesmas condições de campo foram efetuados o plantio mecânico e o convencional (utilizado como testemunha). A densidade de plantio foi de 8,4 e 11,1 t ha<sup>-1</sup>, para o plantio convencional e mecânico, respectivamente, sendo que o mecânico apresentou menor número de perfilhos e conseqüentemente um maior número de falhas. Falhas essas, que refletiram na produtividade agrícola, cujos resultados foram de 88,9 para o plantio convencional e de 77,4 t ha<sup>-1</sup>, para o mecânico. Quanto à avaliação de desempenho operacional, a plantadora Santal PCP2 operou em velocidade de plantio de 5,5 km h<sup>-1</sup>, exigindo esforço tratório médio de 3060 kgf, consumo efetivo de combustível de 37,80 L h<sup>-1</sup> e Capacidade Efetiva de 1,64 ha h<sup>-1</sup>. Em termos de custos operacionais de plantio, foi, significativamente, mais vantajoso, com custo de R\$ 77,60 ha<sup>-1</sup>, em comparação ao plantio convencional que apresentou valores de R\$ 216,20 ha<sup>-1</sup>, o que representa uma redução da ordem de 64,1%, nos custos da operação, sem envolver custos anteriores (corte, carregamento e transporte de mudas até a área de plantio). Quanto aos aspectos agronômicos envolvidos, pode-se concluir que, os danos provocados pelo fracionamento dos colmos em rebolos, utilizados no plantio mecânico, reduz a quantidade de gemas viáveis, contribuindo para um menor perfilhamento, maior número de falha e menor produtividade apesar da maior densidade de mudas utilizada.

Palavras-chave: Desempenho operacional; Desempenho econômico; Plantadora; Cana-de-açúcar; Mecanização

## ABSTRACT

### **MECHANIZED PLANTING OF SUGARCANE (*Saccharum* spp.): OPERATIONAL AND ECONOMIC PERFORMANCE**

In order to study the mechanized planting of sugarcane and evaluate the operational and economic performance of the sugarcane planter, standardized field assays were conducted at Cosan - Costa Pinto, in Piracicaba, SP, between October 2005 and October 2006. The cane variety used was SP 80-3280 with first harvest at 11 months. Mechanized and conventional (used as the control) planting methods were performed under the same field conditions. The planting density was 8,4 e 11,1 ton ha<sup>-1</sup>, for the conventional and the mechanized plantings, respectively, with the mechanized planting resulting in a lower tiller stand and, consequently, a higher number of missing plants. Missing plant numbers were reflected in the crop productivity with yields of 88,9 and 77,4 t ha<sup>-1</sup> for the conventional and the mechanized planting, respectively. The operational performance analysis demonstrated that the Santal PCP2 planter operated at 5,5 km h<sup>-1</sup> during planting, requiring a mean tractor effort of 3060 kgf, with average fuel use of 37,8 L h<sup>-1</sup> and effective capacity of 1,64 ha h<sup>-1</sup>. In relation to total operational cost, the mechanized planting was significantly advantageous in relation to the conventional planting with total cost of R\$ 77,60 per ha compared to R\$ 216,20 per ha for the conventional planting, a reduction of 64,1% in operational costs, without any consideration of preliminary costs such as sett cutting, loading and transport of the setts to the field. In relation to the agronomic aspects, the damage caused by the fractioning of the sugarcane stalks into setts, which were used for the mechanized planting, reduced the number of viable buds, and contributed to a lower number of tillers, greater number of missing plants, and a lower productivity despite a greater planting density.

Keywords: Operational performance, Economic performance, Planter, Sugarcane, Mechanization

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil fará em 2008 a maior colheita de cana-de-açúcar de sua história, estimulado pela forte expansão do álcool no mercado e pelas perspectivas de crescimento nas exportações, com base em dados de unidades de produção de todos os Estados onde a atividade é desenvolvida. A colheita deste ano deverá variar entre 607,8 milhões e 631,5 milhões de toneladas, número entre 8,8% e 13,1% acima da do ano passado, que foi de 558,5 milhões de toneladas, de acordo com a estimativa da CONAB (2008).

A alta desta safra também se deve à área plantada, que aumentou de 7 milhões para 7,8 milhões de hectares, crescimento que teria ocorrido principalmente sobre áreas de pastagens.

O país tem hoje 276 milhões de hectares de terras cultiváveis. Desses, 72% estão ocupados por pastagens, 16,9% por grãos e 2,8% por cana-de-açúcar, o que demonstra o potencial de crescimento da atividade sobre áreas de pastagem (CONAB, 2008).

De olho num futuro promissor, para atender o aumento da demanda de álcool e açúcar nos mercados interno e externo, diversas áreas do setor canavieiro já se movimentam num processo que avança, principalmente para a área de plantio, única etapa agrícola que não era inteiramente mecanizada.

No estado de São Paulo, o sistema de plantio de cana-de-açúcar mais utilizado é o semimecanizado, erroneamente chamado de manual e, apesar do sistema mecanizado não ser novo no Brasil, somente agora no início deste século é que os fabricantes estão oferecendo diversas opções tecnicamente viáveis, possibilitando mecanizar totalmente as operações de plantio.

O sistema de plantio está sendo mecanizado, devido aos aumentos significativos de áreas cultivadas, para suprir a falta de mão de obra, e redução dos custos de produção.

Este trabalho teve por objetivo principal: a) efetuar a análise dos desempenhos operacional e econômico do plantio mecânico de cana-de-açúcar, num estudo comparativo entre o sistema mecanizado e o convencional (semimecanizado), avaliando ainda, os diferentes aspectos agrônômicos envolvidos, nessa etapa de produção agrícola; b) comparar alguns parâmetros de desempenho operacional e econômico entre as plantadoras Santal PCP2 e a Civemasa PCSA 2/2.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A importância econômica da cultura da cana-de-açúcar

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) do mundo, seguido pela Índia e China (FAO 2006). Em média, cerca de 55% (entre 309,8 milhões e 321,9 milhões de toneladas) da cana colhida nesta safra de 2008, serão usados na produção de biocombustíveis, enquanto 44% (de 248,3 a 257,9 milhões de toneladas) serão transformados em açúcar. O restante, de 49,6 milhões a 51,7 milhões de toneladas, será usado na fabricação de cachaça e rapadura e como alimento para gado, sementes e mudas (CONAB, 2008).

Para o Brasil, e particularmente para o Estado de São Paulo, a cana-de-açúcar é uma cultura muito importante. Introduzida no Brasil colônia já teve grande importância na economia do país no passado. Ao longo dos últimos anos, ela vem se destacando novamente, sendo a principal cultura explorada no Estado de São Paulo, cuja estimativa de produção de cana-de-açúcar para indústria, aponta acréscimo de 5,2% superior ao estimado em 2006/07, atingindo 344,85 milhões de toneladas, decorrente das novas áreas que estão entrando em produção (IEA, 2008).

Um dos principais indicadores de que o mercado da cana-de-açúcar só tende a aumentar é o protocolo de Quioto, assinado em 1997 por vários países membro das Nações Unidas, com uma proposta de estabilização das emissões de gases geradores do efeito estufa, e essa redução deve ocorrer entre 2008 e 2012.

Para Camargo et al. (2008), o setor agrícola brasileiro é marcado por um novo ciclo no plantio da cana-de-açúcar para obtenção de álcool combustível, agora não mais apenas para a substituição do consumo de petróleo pela elevação dos preços, como ocorreu nos anos 1970 quando foi criado o PROÁLCOOL. Na época, o objetivo era o de economizar divisas e substituir a gasolina por álcool em decorrência do choque do petróleo em 1973. Na atualidade, incorpora-se mais um problema que é o da questão das mudanças climáticas, provocando o aumento das temperaturas em virtude da grande emissão de CO<sub>2</sub> pelo uso de combustível fóssil.

A utilização do álcool como combustível e do bagaço na queima no processo de produção na unidade industrial contribui para que o balanço energético seja favorável, visto que, para cada unidade de combustível fóssil utilizado para sua produção, a cana gera em média 8,3 unidades de combustível renovável (MACEDO, 2005).

A grande vantagem é que a cana-de-açúcar, de onde se extrai o álcool, contribui para a redução da concentração de Gases do Efeito Estufa (GEE) através do seqüestro de carbono atmosférico. A planta, enquanto viva, absorve da atmosfera gás carbônico para a realização do processo de produção do seu alimento, a fotossíntese (CAMARGO et al. 2008).

Além do fator ambiental, o fator econômico contribui para o uso do etanol como combustível devido à instabilidade na oferta do petróleo e suas elevações de preço (FIGUEIRA, 2005).

O agronegócio da cana-de-açúcar reúne 6% dos empregos agroindustriais brasileiros e é responsável por 35% do PIB e do emprego rural do Estado de São Paulo. No Brasil, o agronegócio é responsável por 20,6% do Produto Interno Bruto – PIB brasileiro e gera 14% dos empregos totais do País. (UNICA, 2006).

## **2.2 O plantio da cana-de-açúcar**

Na instalação de um canavial têm que se considerarem, evidentemente, todos os preceitos de boas técnicas agrônômicas, como bom preparo de solo, mudas de qualidade superior, sadias e bem manipuladas, tratamento fitossanitário do solo e das mudas, adubação, etc. No entanto, a massa de colmos produzida num canavial representa uma quantidade tão grande de material que sua manipulação torna muito difícil a contagem pontual de produtividade, da forma como se faz com grãos e outras *commodities* (RIPOLI & RIPOLI, 2004).

O autor supracitado afirma que, quando se discute plantio de cana-de-açúcar, a retórica deveria ser voltada para o desenvolvimento tecnológico em busca da produtividade do canavial e no desenvolvimento de urgente de técnicas que permitam identificar pontos onde há problemas com a capacidade de produção e não, apenas, na redução de custos de implantação. Reduzir custos é fundamental, mas produtividade agrícola é um componente básico nessa redução (ou aumento). E o que se encontra na atual bibliografia e nos encontros técnicos sobre o assunto é uma busca desenfreada por eficiência na operação de plantio sem que se observem ganhos sensíveis de produtividade, quando se comparam os diferentes métodos empregados, e a discussão fica com seu foco principal nos custos operacionais.

A produtividade da cana-de-açúcar é regulada por diversos fatores de produção, dentre os quais se destacam: planta (variedade), solo (propriedades químicas, físicas e biológicas), clima (umidade, temperatura, insolação), práticas culturais (controle da erosão, plantio, erradicação de



plantas invasoras, descompactação do solo), controle de pragas e doenças, colheita (maturação, corte, carregamento e transporte), entre outros (ORLANDO FILHO et al., 1994).

Simões Neto (1986) afirma que dentre os muitos fatores que causam alterações nos rendimentos da produtividade da cana-de-açúcar podem ser citados também: emergência deficiente, nutrição inadequada, teor de água disponível insuficiente e ataques de pragas e doenças.

Um canavial implantado sem os conhecimentos básicos de plantio, poderá ter reduzido a sua longevidade, determinando como consequência a elevação dos custos de produção (QUINTELA et al., 1997).

Uma das características de maior importância para se ter uma boa produtividade final e um bom estande de mudas, está relacionada com as práticas de plantio, levando em consideração, fatores indispensáveis para a otimização da cultura, como escolha da área e variedade, sanidade da muda, época de plantio, preparo adequado do solo, profundidade de plantio, cobertura dos rebolos e distribuição de gemas no sulco (SILVA, 2003).

Para Beauclair & Scarpari (2006), sejam quais forem as práticas de plantio adotadas (semi-mecanizadas ou mecanizadas), elas devem atender as necessidades ecofisiológicas e do metabolismo da cultura, pois o plantio é sempre o investimento crucial na condução de qualquer cultura e é a base de seu desenvolvimento.

### **2.2.1 Qualidade das operações de plantio**

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

Segundo Dillewijn (1952), citado por Prado (1988), se uma 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 apropriados para uma boa produção.

Segundo Barnes (1964), também citado por Prado (1988), a fase de perfilhamento determina, em grande parte, a produtividade da cultura, contudo, nem todos os perfilhos conseguem atingir a maturidade.

Para Plana et al. (1987), citados por Beauclair e Scarpari (2006), a brotação das gemas das gemas na cana-de-açúcar é um processo que requer maior atenção na cultura, pois dele dependerá, em grande medida, a futura população de plantas no campo.

### **2.3 Brotação das mudas**

Segundo Simões Neto et al. (1987), citado por Silva et al. (2003), 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 tem início assim que começam a ocorrer mudanças nas reservas nutritivas pela atividade de enzimas e reguladores de crescimento (auxinas). A formação de auxina faz com que as demais gemas não brotem ou o façam com atraso, o que resulta numa menor percentagem de brotação, Malavota (1964), citado por Quintela (1996).

A brotação das gemas é afetada por fatores intrínsecos e externos que afetam a emergência do broto primário e o seu perfilhamento. Esses são influenciados pelas condições do solo e pelos fatores meteorológicos, onde se destacam os efeitos das condições de umidade e da radiação solar (SIMÕES NETO et al., 1987).

#### **2.3.1 Fatores intrínsecos que afetam a brotação**

Podem ser definidos como todas as características e comportamentos fisiológicos do rebolo que podem interferir na brotação e no desenvolvimento da cana.

##### **2.3.1.1 Variedade utilizada**

A boa capacidade de brotação é uma característica desejável das variedades, principalmente quando o período de plantio envolve épocas com condições ambientais desfavoráveis; mesmo havendo condições ambientais idênticas, a brotação pode ser diferente entre as variedades de cana-de-açúcar. Hoje, existem diversas variedades com diferentes características, que se adaptam ou não às adversidades durante o cultivo e o ciclo da cultura. No entanto existem variedades que apresentam alta produtividade e elevado teor de sacarose (aspecto almejado pelos produtores), mas acabam trazendo prejuízos devido a problemas na brotação, como é o caso da variedade RB855156 plantada em aproximadamente 2% da área plantada da região Centro-Sul (CASAGRANDE, 1991).

Prado (1988), ao estudar o 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,

concluiu que a emissão de brotos primários para a formação da touceira é uma característica varietal, sendo que a variedade NA 56-79 apresentou baixa brotação, inferior à das variedades IAC 52-150 e SP 70-1143.

Silva et al. (2003) e Carlin et al. (2004), realizaram trabalhos semelhantes avaliando a brotação, em casa de vegetação, das variedades RB855156 e IAC91-2218 em função do tipo de solo, da cobertura do plantio e da idade das gemas. Nos resultados obtidos, os autores observaram que, mesmo usufruindo das mesmas condições de plantio e ambiente, a primeira variedade apresentou menor brotação em relação à segunda. Peixoto et al. (1988), ao estudar o efeito da densidade de plantio de três variedades de cana-de-açúcar (NA56-79, CB47-89 e CP51-22) em sulcos de base estreita e larga, notaram que a variedade CP51-22 mostrou-se de maior precocidade de germinação, seguida da CB47-89 e da NA56-79. No entanto, ao final do período avaliado, a variedade que apresentou um maior índice médio de germinação foi a CB47-89.

### **2.3.1.2 Idade da gema**

A posição da gema no colmo da cana-de-açúcar corresponde à sua idade, sendo as gemas do ápice as mais jovens. Sabe-se que os teores de glicose, de umidade e de minerais diminuem do ápice para a base dos colmos, enquanto que o teor de sacarose diminui em sentido contrário, isto é, aumenta do ápice para a base dos colmos (BOVI, 1982).

Dillewijn (1952), citado por Bovi (1982), menciona o trabalho de WEST, onde foi verificado que o teor de glicose diminui do ápice para a base do colmo e que este composto influencia na rápida brotação das gemas mais jovens. Sendo assim, associado aos resultados obtidos por Bovi (1982), em referência ao teor de minerais e sacarose ao longo do colmo inteiro, é possível notar que a velocidade de emergência das gemas está positivamente correlacionada com os teores de glicose, de umidade e de minerais e negativamente correlacionada com o teor de sacarose existente nos colmos de cana-de-açúcar.

### **2.3.1.3 Tamanho dos rebolos**

Segundo observações de Wood (1976) e citado por Beauclair & Scarpari (2006), o seccionamento dos colmos no sulco de plantio, além de aumentar o custo de mão de obra, pode

afetar a brotação devido à podridão que se instala a partir da superfície de corte. A secção é realizada visando garantir uma boa percentagem de brotação, uma vez que rebolos com maior número de gemas têm percentagem de brotação diminuída em decorrência da dominância apical. Assim que ocorre a brotação, esta induz a formação de auxina, fazendo com que as demais gemas não brotem ou o façam com atraso, o que resulta numa menor percentagem de brotação, quando comparada com o uso de rebolos com menor número de gemas.

Segundo Gheller, (1995), citado por Marchiori (2004), o seccionamento dos colmos em rebolos de 3 gemas foi recomendação e aplicação tradicional no Brasil, como também em todo o mundo canavieiro, fundamentado no efeito da dominância apical existente entre as gemas distribuídas ao longo do colmo da cana.

Van Dillewinjn (1952), citado por Beauclair & Scarpari (2006), abordando o tema das influências do tamanho do rebolo na brotação inicial das gemas, relatou o uso de uma, duas ou, no máximo, três gemas para plantio comumente em diversos países; entretanto, considerou que em condições de plantio menos favoráveis, o tamanho do rebolo deve ser aumentado, e em condições favoráveis de crescimento, é preferível plantar rebolos de 4 a 6 gemas e de menores comprimentos, independente de associação com podridões do rebolo. Embora o normal seja rebolo de 3 gemas, pode-se em função das características mencionadas utilizarem rebolos maiores. Destaca ainda que quando se plantam rebolos de mais de uma gema, entra em jogo um fator adicional na forma da dominância apical. Este fator é ativo em colmos inteiros e em qualquer secção de colmo com mais de uma gema, casos em que a gema apical mais jovem brotará rapidamente e ao mesmo tempo retardará, e até inibirá, o desenvolvimento das gemas inferiores, dando como resultado uma porcentagem de brotação média menor quando comparado com rebolos mais curtos.

#### **2.3.1.4 Posição da gema, no plantio em relação ao solo**

Existe, num mesmo colmo, um gradiente de brotação por causa da diferença da idade entre as gemas que vão do ápice (mais novas) às da base (mais velhas). Assim como Clements (1940), a informação de Nickell, citado por Casagrande (1991), também demonstra a influência na brotação, das diferentes posições em que a gema é colocada no solo, no momento do plantio, pois, existe uma diferença de brotação devida às diversas posições em que a gema é colocada no

solo, no momento do plantio. Quando foram plantadas nas posições, para cima, para o lado e para baixo, o tempo médio de brotação das gemas (novas, velhas e intermediárias) foi de 10, 18,9 e 24,5 dias, respectivamente,

Segovia (1974), citado por Frazão (1976), estudou o efeito do tamanho do rebolo e da posição da gema na germinação usando a variedade PR-980. Utilizou rebolos de uma gema com todo o entrenó superior e inferior, uma gema com meio entrenó superior, uma gema sem entrenós. Estes tratamentos foram colocados cada um em três posições, gema para cima, para baixo e para os lados. Utilizaram-se também rebolos de duas gemas preparados de acordo com o mesmo esquema acima mencionado, 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. As gemas voltadas para cima, e para os lados nos rebolos de maior tamanho, dão melhores resultados também sobre a germinação.

Frazão (1976) cita também o trabalho realizado por Chang & Liu (1960), no qual é estudada a influência da posição da gema e da profundidade de plantio na germinação e desenvolvimento da cana-de-açúcar. Neste trabalho foram utilizados rebolos, da variedade N.Co.310, de duas e três gemas nas profundidades de 2 e 8 cm, na posição horizontal e com 15° de inclinação, com gemas voltadas para cima, para baixo e para os lados. Observou-se que a germinação foi retardada de 3 a 5 dias quando a gema estava voltada para baixo. A porcentagem de germinação foi baixa no meio e na base do rebolo, sendo maior nos de duas gemas.

### **2.3.1.5 Intervalo de tempo entre o corte da muda e a distribuição no sulco de plantio**

A ocorrência da perda de peso dos colmos, durante o armazenamento, foi detectado por Bovi (1982), para as variedades NA56-79, IAC 52/150 e CB41-76, utilizando-se de cana plantada em duas épocas: cana de ano e cana de ano e meio. Colmos inteiros, com 12 meses de idade, foram armazenados no campo por períodos de 7 e 14 dias para posteriormente, comparados a colmos recém colhidos, serem utilizados como mudas. Os colmos, no momento do plantio, foram seccionados em rebolos de 2 gemas e numerados da base à extremidade para também estudar a influência da idade das gemas em razão de suas posições no colmo. Após a análise estatística dos resultados obtidos, o autor concluiu que a cana-de-açúcar apresenta variações na velocidade de emergência no campo em função da época de plantio e do período de armazenamento dos

colmos, sendo que os rebolos plantados logo após a colheita apresentaram brotação significativamente maior que os outros 2 períodos estudados. O autor associa os resultados obtidos, ao fato de que um atraso no plantio retarda o início da emergência em consequência das temperaturas mais baixas e menor precipitação pluviométrica presentes na época de plantio estudada. Complementa ainda, que este atraso associado à redução da velocidade de emergência causada pelo armazenamento das mudas, acarreta prejuízos à brotação e conseqüentemente à população de plantas por área.

Outro agravante, observado Lee & Silva (1987), citados por Carneiro et al. (1995), relata que é o encurvamento das pontas e pela brotação de gemas laterais durante o período de repouso, especialmente se o clima é quente e úmido. De modo geral, o encurvamento ocorre depois de três dias de repouso, tornando-se mais grave nos sexto e sétimo dias, declinando a seguir. As pontas tornam-se bastante fracas, quebrando-se facilmente quando do plantio ou da transferência desses colmos para os locais de plantio, embora essa quebra não seja problema sério a ponto de influenciar o “stand” geral do canavial. Por outro lado, a brotação da gema lateral, embora não seja muito acentuada, pode aumentar os prejuízos mecânicos durante a transferência ou plantio do material.

#### **2.3.1.6 Reserva energética**

Van Dillewinjn (1952), citado por Simões Neto (1986), avaliando a influência da quantidade de reserva energética para a gema, plantando rebolos de diferentes tamanhos, observou que quanto maior o internódio, melhor é a germinação e o desenvolvimento do broto, pois, a gema se utiliza das reservas do rebolo para emergir, e, quanto maior a quantidade dessa reserva, mais rapidamente a gema brotará e mais vigoroso será o broto emerso.

Bacchi (1983) e Casagrande (1991), citados por Carneiro et al. (1995), concluíram, em estudo realizado com 2 variedades de cana, que nos primeiros 30 dias, quando ocorre a emissão de raízes de fixação e brotação de gemas, a cana-planta vive da redistribuição da reserva contida no rebolo e parcialmente dos nutrientes absorvidos pelas raízes de fixação.

### **2.3.2 Fatores externos que afetam a brotação**

São aqueles que têm influência direta ou indireta na brotação e no desenvolvimento da cana.

#### **2.3.2.1 Profundidade de plantio e cobertura**

De acordo com Casagrande (1991), citado por Carlin et al. (2004), em relação à profundidade de plantio há que se considerarem dois aspectos, a profundidade de sulcação e a espessura da camada de terra que é colocada sobre os rebolos. Segundo o autor, a falta de umidade do solo pode prejudicar a brotação dos rebolos, assim como o excesso causado pela irrigação, drenagem irregular e acúmulo de águas de chuva.

Com relação à profundidade de sulcação, Brieger & Paranhos (1964), citam que a melhor profundidade de plantio oscila entre 25 e 30 cm, ou seja, nunca maior do que a da aração, para não se incorrer ao erro de se plantar em solo não arado, compactado, que dificultará o desenvolvimento e a penetração das raízes.

Todavia, Guimarães (1975), testou a profundidade de plantio de 10, 20 e 30 cm, com três variedades, em condições climáticas consideradas normais para o desenvolvimento da cana-de-açúcar. Nestas condições, as três profundidades de plantio, mostraram-se eficazes para a produção de cana-de-açúcar, através de determinações realizadas em três cortes consecutivos.

Já, Paranhos et al. (1976), relacionaram três profundidades de plantio, a 10, 20 e 30 cm, com o solo preparado a 15 cm e a 30 cm. Durante o desenvolvimento inicial, ocorreu ligeira vantagem na brotação do plantio realizado a menores profundidades.

Com relação à cobertura com terra, Christoffoleti (1986) cita que no Havá, rebolos cobertos com uma camada de terra de 2,5, 5,0 e 7,5 cm proporcionaram brotações de 96%, 93% e 51%, respectivamente.

As vantagens, na brotação, de pequena espessura da camada de terra sobre os rebolos, também foram verificadas por Nickell e, citado por Casagrande (1991).

Em estudo realizado por Carlin et al. (2004) e citado por Janini (2007), avaliando a brotação das variedades RB855156 e IAC91-2218 com base em três fatores (tipo de solo, cobertura de plantio e idade das gemas), concluíram que na variedade RB85515, as melhores brotações ocorrem nas coberturas de plantio de 3 e 6 cm.

Zink (1969), citado por Berto (1986), recomenda que os rebolos sejam cobertos com uma camada de cerca de 10 cm de solo, operação feita com cultivadores de tração animal ou tratorizado.

### **2.3.2.2 Densidade de plantio**

Para Beauclair & Scarpari (2006), 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.

Estudando o efeito da densidade de plantio de três variedades de cana-de-açúcar (NA56-79, CB47-89 e CP51-22) em sulcos de base estreita e larga, Peixoto et al. (1988), concluiu que o aumento da quantidade de rebolos nos sulcos de plantio fez decrescerem os índices de germinação e não permitiu aumentos significantes de rendimentos agrícolas. O mesmo autor, em trabalhos anteriores, recomenda a utilização de 4 a 6 t de cana  $\text{ha}^{-1}$  no plantio de viveiros para produção de mudas e de 3 a 5 t  $\text{ha}^{-1}$  quando se trata de semente selecionada conforme a variedade, o sistema de plantio e as condições locais de solo e de clima, para formação de lavouras comerciais.

Trabalhando com a variedade CB45-3, em três densidades de plantio (4, 6 e 8 t de cana  $\text{ha}^{-1}$ , Peixoto et al. (1984), citados por Peixoto et al. (1988), obtiveram índices de germinação relativamente baixos, cerca de 32%, nas três densidades de plantio, aos 60 dias do plantio e observaram que o aumento de densidades de mudas, de 4 para 8 t de cana  $\text{ha}^{-1}$ , não fez aumentar o rendimento cultural, implicando apenas em aumento dos custos de produção.

### **2.3.2.3 Temperatura e umidade do solo**

Barbieri e Villa Nova (1977), citados por Beauclair & Scarpari (2006), concluíram a temperatura ótima para brotação de gemas é de 32 a 38°C, e para um ótimo crescimento o



ambiente deve apresentar médias de temperaturas diurnas entre 22 e 30°C. Abaixo de 20°C a taxa de crescimento cai (SCARPARI & BEAUCLAIR, 2004).

Com relação à umidade do solo, Peixoto et al. (1988), ao estudarem o efeito da densidade de plantio de três variedades de cana-de-açúcar (NA56-79, CB47-89 e CP51-22) em sulcos de base estreita e larga, notaram que a contagem da germinação aos 45 dias de plantio apresentou índices relativamente baixos, tendo-se verificado a existência de gemas, ainda viáveis. Os autores atribuíram a demora na germinação ao plantio relativamente tardio e ao fator umidade do solo, que por se tratar de um regime de sequeiro, limitou/retardou o surgimento da brotação das gemas.

Segundo Casagrande (1991) e Irvine (1983), citados por Suguitani (2006), a umidade ótima do solo para uma boa brotação e desenvolvimento da planta varia de 15 a 25%.

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 da vinhaça, irrigação 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).

## **2.4 Perfilhamento**

Perfilhamento é o processo de emissão de colmos ou hastes por uma mesma planta, os quais recebem a denominação de perfilhos. Ele ocorre a partir da porção subterrânea (restolho) dos próprios colmos anteriormente formados e varia de espécie para espécie, variedades dentro da mesma espécie, e manejo cultural (SUGUITANI, 2006).

Segundo Castro (2001a), citado por Suguitani (2006), 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 então, nesse caso, um duplo efeito: alongamento do colmo e o impedimento do desenvolvimento das gemas laterais (dominância apical).

### **2.4.1 Fatores que afetam o perfilhamento**

Segundo Alexander (1973), citado por Beauclair & Scarpari (2006), 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.

#### **2.4.1.1 Espaçamento**

Weightan (1955), citado por Berto (1986), na Jamaica, observou variações no perfilhamento com diferentes espaçamentos e métodos de plantio, relatando que da média de 9,6 perfilhos por touceira aos 4 meses, somente sobreviveram 4 colmos para a colheita e estas, se encontravam entre os 6 primeiros perfilhos verificados nos 2 meses subseqüentes ao plantio.

#### **2.4.1.2 Profundidade de Plantio**

Camargo (1970), citado por Berto (1986), descrevendo as características da cana-de-açúcar, salienta que os seus rizomas 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, também pode provocar atraso no crescimento dos colmos.

#### **2.4.1.3 Época de colheita das mudas**

Baliero (1995), citado por Maule (1999), trabalhando com três cultivares de cana de açúcar, constatou que as cultivares apresentaram número de perfilhos variados dependendo da época de colheita anterior, demonstrando, assim, diferentes formas de desenvolvimento das plantas. Os cultivares SP71-1406 e SP71-6163 apresentaram maior perfilhamento quando colhidos em agosto. Já a cultivar RBB765418 apresentou melhor perfilhamento quando colhido em setembro e agosto.

#### **2.4.1.4 Época de plantio**

Lonsdale & Gosnell (1976), citados por Prado (1988), estudaram o crescimento e qualidade de quatro variedades de cana-de-açúcar (NCo 376, NCo 310, CP 29-116 e Co 462), em função da época de plantio. O plantio foi iniciado em novembro de 1967 e 12 parcelas das 4

variedades foram plantadas nos meses consecutivos de tal modo que a primeira tinha 18 meses de idade quando a última foi plantada. A cada semana efetuaram-se contagens de colmos e folhas e medição de altura. Face aos resultados, verificaram que nos estados iniciais de crescimento, a população foi influenciada principalmente pela estação do ano, sendo que a população de colmos aumentou rapidamente quando a cana-de-açúcar foi plantada ou rebrotada na primavera e verão (setembro-dezembro) mostrando-se relativamente lenta para a cana planta e soca de março e junho.

Mali et al. (1982), citados por Prado (1988), observaram que o número de perfilhos por planta aumentou continuamente de 60 a 120 dias, e posteriormente, decresceu gradualmente devido ao efeito de competição e sombreamento; contudo verificaram diferenças significativas para número de perfilhos por planta para as variedades testadas.

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, verificou que no plantio de cana de ano (início de setembro e final de outubro), há um rápido e intenso perfilhamento porque os períodos ocorrem nas estações da primavera e verão, onde são maiores a radiação solar, a luminosidade e a precipitação. O mesmo acontece com o plantio no final desta época de janeiro-março, cana-de-ano e meio, pois a estação é de final do verão e outono; contudo no plantio final desta época o perfilhamento é menor e mais lento, pois coincide com as estações de final de outono e inverno. Concluiu também, que para plantios em setembro-outubro e no início de janeiro-março, os números de perfilhos obtidos 3 e 4 meses após o plantio são suficientes para produção final de colmos industrializáveis, e que para o plantio no final de março, há um atraso na emissão dos perfilhos e apenas aos 4 e 5 meses após o plantio, próximo à estação da primavera, os perfilhos obtidos são suficientes para a produção final de colmos industrializáveis.

## **2.5 Avaliação da qualidade do plantio através do índice de falhas**

Stolf (1986) propõe a avaliação da qualidade de plantio em relação às falhas em cana planta e socas, conforme a Tabela 1. Nas fileiras de plantio os espaços maiores que 0,5 m são medidos e computados e considerados como falha.

Tabela 1 – Índices de falhas para avaliação da qualidade de plantio

% Falha > 0,5m	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 de sulco e condições excepcionais de brotação. (\*\*) Normal, tipo mais encontrado, (STOLF et al., 1986).

Num ensaio realizado por Pinto e Moraes (1997), citado por Frasson (2007), onde foram apresentadas as principais características do sistema de plantio mecanizado com um equipamento distribuidor de rebolos, a avaliação de falhas realizada após o plantio apresentou uma qualidade normal nos primeiros meses e excelente após 10 meses de plantio, segundo os critérios proposto por Stolf (1986).

A medida das falhas apesar de ser importante na avaliação da qualidade do 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 uso deste controle (BEAUCLAIR & SCARPARI, 2006).

## 2.6 Sistema de plantio da cana

Existem três sistemas de plantio em utilização no Brasil: o manual tem uma maior ocorrência em regiões com relevos acima de 50% do Nordeste brasileiro e é caracterizado pelo fato das etapas de deposição das mudas e cobertura do sulco ocorrer manualmente; o semimecanizado, onde a sulcação é efetuada mecanicamente, a deposição das mudas é manual, lançadas de caminhões de carga e a cobertura (e adubação de superfície) também ocorre mecanicamente e finalmente o sistema mecanizado, onde todas as operações citadas anteriormente (sulcação, deposição de mudas, adubação e cobertura), e aplicação de agroquímicos de solo são realizadas mecanicamente (RIPOLI & RIPOLI, 2004).

## 2.7 Mecanização do plantio

Para Ripoli et al. (2006), por se tratar de uma prática bastante recente, o plantio mecanizado no Brasil apresenta uma bibliografia bastante limitada, para não dizer incipiente. As primeiras máquinas nacionais, que na verdade não passaram de protótipos, foram as

desenvolvidas pela Santal Equipamentos S.A. (pelo Eng. Luiz Antonio Ribeiro Pinto) e pela Motocana S.A. (por Arnaldo Ricciardi), nos anos de 1964 e 1978. Ambos os protótipos do século passado não foram aceitos pelo mercado, dentre outras razões, por não haver a “cultura da necessidade”, à época. O autor citando (RIPOLI, 1978), explica que no protótipo Motocana os depósitos de mudas tinham capacidade de 800 a 1.000 kg, e o de fertilizantes com capacidade de 100 kg; os colmos eram fracionados em rebolos médios de 30 cm; possuía articulação pantográfica para acompanhar o micro relevo do solo; operava em velocidade média de 5 km h<sup>-1</sup> e apresentava um desempenho de 3 a 5 ha dia<sup>-1</sup>.

Stolf et al. (1984), citado por Ripoli et al. (2006), estudaram a influência do plantio mecanizado no índice de germinação da cana-de-açúcar. Compararam os resultados do sistema semimecanizado ou convencional (erroneamente denominado de “manual”) com as plantadoras Planimasa (fabricada em Ijuí, RS) e Plantocana (de um sulco), tracionadas por tratores de 75 cv de potência bruta no motor. A Planimasa apresentou rebolos médios de 35 cm e a Plantocana da ordem de 70 cm. O Índice de Germinação das mudas utilizadas foi de 53% obtidos em caixas de areia. Os resultados mostraram os seguintes índices de germinação: semimecanizado = 38%, Plantocana = 37,2% e Planimasa = 35,5%.

Parish et al. (1987), citados por Ripoli et al. (2006), avaliaram na Louisiana oito tipos de plantadoras, onde todas elas lançavam as mudas na forma de colmos inteiros. Concluíram que o sistema convencional apresentou uma melhor uniformidade de distribuição dos colmos nos sulcos e o primeiro apresentou uma tendência de menor danificação das mudas. A densidade de gemas ha<sup>-1</sup>, fornecida pelas plantadoras variou de 56.832 a 252.038. Para as condições da Louisiana, o desejável é uma densidade da ordem de 74.000.

Pinto (2003), citado por Ripoli et al. (2006), discorrendo sobre análises efetuadas em usina da região de Ribeirão Preto afirma que a plantadora Santal (que utiliza muda em rebolos) deve operar em velocidade entre 4 a 6 km h<sup>-1</sup>, tracionadas por fontes de potência acima de 180 cv, e atinge um desempenho da ordem de 1 ha h<sup>-1</sup> (não informa se é efetivo ou operacional, entendendo-se que se refere ao segundo).

Janini (2007) realiza um estudo comparativo entre o plantio mecanizado e o semimecanizado de cana-de-açúcar, avaliando os aspectos operacional e econômico dos dois sistemas de plantio. Os ensaios padronizados foram efetuados entre 6 a 25 de outubro de 2005, na área do Grupo Cosan - unidade Costa Pinto, com a mesma metodologia, na mesma época e, sob

as mesmas condições de campo do presente estudo. O valor de aquisição da plantadora Civemasa PCSA 2/2 de R\$ 150.000,00 ou de US\$ 65.217,00, cujos resultados obtidos para a são apresentados a seguir:

Tabela 2 – Resultados de raio e espaço de giro determinados pelos conjuntos (MF 6360 + plantadora Civemasa PCSA 2/2)

Máquina	Raio de giro (m)	Espaço de giro (m)	CE ha h <sup>-1</sup>	T.m (s)
Civemasa PCSA 2/2	6,70	10,1	1,38	66 e 64

CE = Capacidade Efetiva; Tm = tempo de manobra de cabeceiras (o primeiro valor refere-se manobra 1 e o segundo para manobra 2).

Tabela 3 – Valores médios de força na barra de tração (FTb), velocidades efetivas (Vef), potência na barra de tração (Pb), potência no motor (Pmotor) e consumo horário de combustível (Ce) – Plantadora Civemasa PCSA

Máquinas	Ftb (Kgf)	Vef. de tração (km h <sup>-1</sup> )	Vef. de plantio (km h <sup>-1</sup> )	Pb (cv)	Pmotor (cv)	Ce (L h <sup>-1</sup> )
Civemasa	3373	5	4,6	63	116	40,24

Ftb = força na barra de tração; Vef (tração) = velocidade efetiva no ensaio de tração; Vef (plantio) = velocidade efetiva de plantio; Pb = potencia na barra de tração; Pmotor = potência no motor; Ce = consumo efetivo de combustível.

Tabela 4 – Custos efetivos de plantio mecanizado da plantadora Civemasa PCSA 2/2

Máquinas	Custos efetivos R\$ ha <sup>-1</sup>
Civemasa PCSA 2/2 (plantadora)	22,77
Cg + MF ( plantadora + trator)	95,7

Cg = Civemasa PCSA 2/2

## 2.8 Desempenho operacional e econômico de sistemas mecanizados

De acordo com Mialhe (1974), citado por Bonato (2004), o desempenho operacional de um sistema mecanizado pode ser definido como um complexo conjunto de informações que determinam, em termos quali-quantitativos, os atributos para a execução das operações sob determinadas condições de trabalho. As informações podem ser pertinentes às características operacionais (qualidade e quantidade do trabalho), dinâmicas (potência requerida e velocidade de trabalho) e de manejo (regulagens, reparos e manutenções).

Mialhe (1996) define desempenho teórico, como o próprio nome diz, como aquele que o projetista do equipamento tomou como base para o dimensionamento e execução dos cálculos estruturais e como desempenho operacional, os parâmetros que representam uma medida do comportamento da máquina sob condições reais de operação, refletindo a interação entre as constantes construtivas, as variáveis operacionais e as condições de manejo do conjunto mecanizado.

A capacidade de campo de um sistema mecanizado pode ser caracterizada como efetiva, segundo (BALASTREIRE, 2000), e citado por Bonato (2004), como sendo a razão entre o desempenho atual em um tempo dado e o tempo total de campo e a teórica, como a razão de desempenho obtida, se a máquina trabalhar 100% do tempo à velocidade nominal, utilizando 100% de sua largura nominal. Já a capacidade operacional representa a capacidade da máquina ou implemento no campo, incluindo os efeitos de fatores de ordem operacional, como tempos consumidos no preparo da máquina e em interrupções requeridos pelo próprio trabalho da máquina quando em operação no campo (MIALHE, 1974).

Mialhe (1996) define capacidade como o conjunto de características relacionadas com a intensidade operacional ou taxa de realização de trabalho e eficiência como as características relacionadas com perdas ou desperdício de tempo, combustível e potencial operacional.

Para Banchi et al. (1994), citado por Bonato (2004), em estudos para o setor canavieiro ressalta que a utilização de máquinas agrícolas é essencial para o aumento de áreas cultivadas e agilização da execução dos serviços. Porém seus custos são expressivos e justificam acompanhamento técnico e gerencial rigoroso.

Para Ozkan e Holmes, (1990), citados por Bonato (2004), as decisões de planejamento, seleção e gerenciamento do sistema mecanizado de uma propriedade são fatores vitais à lucratividade do sistema produtivo, sendo necessária a determinação cuidadosa dos custos fixos, operacionais e de oportunidade.

## **2.9 Potência necessária para acionamento de máquinas agrícolas**

Para Pacheco (2000), o trator usa motor de combustão interna para fornecer potência às máquinas agrícolas. Perdas de potência ocorrem quando a potência do motor é transmitida para a tomada de força, sistema hidráulico e rodado de tração.

A potência disponível na barra de tração depende principalmente da potência do motor, da distribuição de peso sobre os pneus e da superfície do solo. A patinagem das rodas, responsáveis pela tração, constitui-se numa perda de potência. Para cada tipo de superfície existe uma patinagem que torna máxima a eficiência tratória. Superfícies mais soltas, como por exemplo, solos arenosos, permitem uma patinagem maior para que a eficiência tratória seja máxima. No entanto, preconiza-se que de uma forma geral a patinagem deve estar numa faixa entre 10% e 14%.

A força de tração necessária é o principal fator a ser considerado para o cálculo da potência nominal que um trator deverá ter no motor, para acionar determinado implemento.

### **2.10 Força de tração**

Mialhe (1996) esclarece que força necessária para deslocar a máquina/implemento no campo, com seus órgãos ativos mobilizando o solo, tem sido designada esforço tratório (“draft”). É a força equilibrante de um conjunto de forças de reação, oriundas da resistência do solo e de momentos que atuam no chassi da máquina/implemento. No plano vertical longitudinal, o esforço tratório é decomposto em duas forças: a) componente vertical, também conhecida de “de sucção” (que tende a fazer o órgão ativo penetrar no solo) ou “deflutuação”; b) componente horizontal, paralela a superfície do solo e coincidente com a direção do deslocamento da máquina, denominada força de tração.

Para mesuração da força de tração no sistema de comboio são utilizados dois tratores, acoplados um ao outro através de engate na barra de tração. O primeiro trator tem a função específica de tracionar o conjunto e o segundo, a de acoplar no engate de três pontos a máquina a ser ensaiada. A força média de tração é obtida pela diferença entre a força requerida pelo conjunto trator + máquina com seus órgãos ativos executando a operação de mobilização do solo e a força de resistência ao deslocamento do segundo trator, sem a máquina (MIALHE, 1996).

### **2.11 Consumo horário de combustível**

Moreira e Menezes (1973) consideram que o custo referente ao consumo de combustível deve ser obtido por meio de dados reais, por operação mecanizada específica. Não sendo possível, recomendam a obtenção destes dados segundo a percentagem de carga no motor com a relação a sua máxima potência.

Noronha et al. (1991), em estudo de estimativa de custo, destacaram que o combustível representa de 20 a 50% do custo-hora de tratores agrícolas.

Para Lopes et al. (2004), o consumo de combustível em operações tratorizadas representa uma parcela de aproximadamente 35% na composição do custo hora total. Dessa forma a determinação correta de tal parâmetro é uma ferramenta de grande relevância científica para



comparar tratores, máquinas e implementos agrícolas, bem como um item técnico fundamental para o monitoramento econômico de empresas que desenvolvem operações mecanizadas.

## 2.12 Raio e espaço de giro

Raio e espaço de giro são características dimensionais que refletem as características de manobralidade<sup>1</sup> de máquinas autopropelidas e tratores, isolados ou integrados conjuntos tratorizados (trator + máquina/ implemento + operador/ tratorista). Trata-se de características cuja mensuração é considerada em todas as normas de ensaios de tratores e máquinas autopropelidas. Para as demais máquinas/implementos, de arrasto ou acoplados ao engate de três pontos, essa característica não tem sido devidamente consideradas, talvez por tratar-se de atributo de qualificação que não depende exclusivamente do espécime ensaiado, mas também do trator ao qual se acha acoplado (MIALHE, 1996).

Mialhe (1996), afirma que quanto menores forem, tanto mais qualificado será o equipamento para satisfazer as seguintes características, entre outras:

- facilidade de manobras em galpões e pátios;
- redução da área de pisoteio pelos rodados, nas cabeceiras dos talhões;
- reduções dos tempos em manobras de cabeceiras;
- facilidade de manobras em estradas rurais e carreadores;

O autor define o raio e o espaço de giro de máquinas agrícolas como características dimensionais que refletem em características de manobrabilidade.

Conceitualmente, “raio de giro” é o raio do menor círculo descrito por um ponto de intersecção do plano vertical médio da roda mais externa de máquina ou de um conjunto fonte de potência mais máquina com o plano de apoio, em nível (sobre o qual a máquina, ou conjunto, desloca-se em círculo, com o volante da direção totalmente estercado à direita ou à esquerda, com freio direcionais aplicados ou não).

Por sua vez, o espaço de giro é o espaço circular expresso por meio do raio de sua circunferência como “raio do espaço de giro”, delimitado pelo ponto de intersecção da perpendicular baixada pelo ponto mais externo da máquina, ou conjunto, com o plano de apoio

---

<sup>1</sup> Manobralidade é designação dada ao conjunto de atributos, de um trator ou máquina autopropelida, relativos à capacidade de executar manobras em espaços exíguos e sem causar danos ao microrelevo de terrenos agrícolas (MIALHE, 1996).

em nível, sobre o qual o espécime desloca-se em condições idênticas às definidas para o raio de giro.

### **2.13 Determinação dos custos diretos e operacionais**

Para Witney (1988), o desempenho econômico das máquinas agrícolas é estimado pelos custos operacionais, os quais se dividem em custos fixos e variáveis.

Os custos fixos são aqueles que incidem independentemente do uso da máquina, tais como depreciação, juros, seguro e alojamento. Já os custos variáveis são aqueles dependentes do uso, como combustíveis, lubrificantes, reparos e manutenção e mão de obra (HUNT 1973; MILAN & CROSSLEY, 1998).

Milan (2004) relata que o desempenho econômico da maquinaria agrícola envolve o cálculo do custo direto, indireto e operacional. Os custos diretos são aqueles associados à posse e ao uso, os indiretos são aqueles devidos a um dimensionamento inadequado e o operacional está associado à capacidade de trabalho do conjunto ou máquina. Segundo o mesmo autor, a mão de obra do operador pode ser acrescentada ao custo direto de duas formas: a primeira, se o operador tem como função exclusiva a operação do conjunto/máquina, o custo incide totalmente para a máquina; a segunda, se ele exerce outras atividades, a divisão poderá ser proporcional ao tempo que ele despense na máquina e na outra atividade.

Para Molin e Milan (2000), citados por Bonato (2004), existem inúmeros trabalhos que definem os tipos de custos pertinentes à sistemas mecanizados e a forma de estimá-los, porém os profissionais da área de mecanização vêm se orientando pela metodologia sugerida pela ASAE, a qual associou as informações obtidas em diversos trabalhos executados sob diferentes situações e com máquinas semelhantes, obtendo equações padronizadas.

### **3 MATERIAL E MÉTODO**

#### **3.1 Material**

##### **3.1.1 Local do ensaio**

Os ensaios de campo foram realizados em área da Usina Costa Pinto, no município de Piracicaba, SP, no período de 6 a 25 de outubro de 2005, e abrangeu uma área aproximada de 1,44 ha. A face de exposição predominante foi a Leste apresentando de 2 a 4% de inclinação de relevo (declividade).

As coordenadas geográficas estão descritas a seguir:

- Latitude 47°36'35" S e Longitude 22°41'20" W

A área apresenta os tipos de solo:

- Nitosolo Vermelho antigo "Latossolo roxo" e Nitosolo ou antiga "Terra roxa estruturada"

##### **3.1.2 Fontes de potência utilizadas**

###### **3.1.2.1 Preparo do solo:**

Para as operações de preparo do solo, foi utilizado um trator Valtra 4x2 TDA<sup>2</sup> de 180 cv, modelo BH180:

###### **3.1.2.2 Sistema semimecanizado:**

Para as operações no sistema semimecanizado, mostrados nas Figuras de 3 a 6, utilizou-se os seguintes equipamentos:

- Sulcação e adubação: Trator da Valtra, modelo BH180, 4x2 TDA<sup>2</sup> de 180 cv.
- Distribuição de mudas: Carreta e Trator da Massey Ferguson, modelo 275, 4x2 TDA<sup>2</sup> de 75 cv.
- Cobertura de sulco e aplicação de inseticida: Trator da Massey Ferguson, modelo 5275, 4x2 TDA<sup>2</sup> de 75 cv.

Além destes equipamentos foram utilizados seis operadores para a distribuição de mudas e fracionamento dos colmos dentro dos sulcos.

---

<sup>2</sup> Tração dianteira auxiliar



Figura 1 – Sulcação e adubação no sistema semimecanizado (a e b)



Figura 2 – Distribuição de colmos nos sulcos, no sistema semimecanizado (a e b)



Figura 3 – Fracionamento dos colmos no sistema semimecanizado (a e b)



Figura 4 – Operação de cobrimento de colmos no sistema semimecanizado (a). Trator usado no cobrimento de colmos com pneus lisos para não danificar gemas (b)

### 3.1.2.3 Sistema mecanizado:

Para as operações no sistema mecanizado (Figura 5), utilizaram-se os seguintes equipamentos:

- Plantadora de cana picada Santal PCP2
- Trator marca Massey Fergusson, modelo 6360, 4x2 TDA de 220 cv.

Além destes equipamentos acima citados, foram necessários:

- 2 operadores (plantadora e para o trator).



Figura 5 – Trator Massey Fergusson modelo 6360 e Plantadora Santal PCP 2 em operação de plantio

A fonte de potência utilizada nas operações de plantio e no ensaio de tração foi indicação do fabricante da plantadora e são mostrados na Tabela 5 com respectivas características de operação.

Tabela 5 – Fonte de potência utilizada, com respectivas características de operação

Plantadora	Trator	Potência do motor	Marcha utilizada	Rpm do motor
PCP2 Santal	MF 6360 4X2 TDA	220	1ª B	2000

### Outros equipamentos:

Outras fontes de potência que foram utilizadas nos vários processos que envolvem o plantio e no ensaio de tração:

- Trator CBT com garra acoplada;
- Caminhões para o transporte das mudas;
- Caminhão Oficina, marca Mercedes Bens, modelo 1113;
- Caminhão de abastecimento marca Scania, modelo 112;
- Trator John Deere.

### 3.1.3 Instrumentos de mensuração

Os instrumentos de mensuração utilizados nas determinações foram:

- Estação Total marca Nikon, modelo 320, com precisão nominal angular de 10s e linear de 5 mm + 1 ppm;
- GPS Portátil marca Trimble, modelo AG132 com correção diferencial via algoritmo;
- Fluxômetro marca Oval M-III, modelo LSF41L com precisão de 1 pulso igual a 1 ml (medidor de combustível);
- (medidor de combustível);
- Datalogger marca Campbell Scientific, modelo CR10x, com 10 canais;
- Célula de carga marca Kyowa, modelo LU2TE, com capacidade de carga de 2.000 kgf e menor leitura de  $1 \times 10^{-1}$  Kgf;
- Célula de carga marca Kyowa, modelo LU5TE, com capacidade de carga de 5.000 kgf e menor leitura de  $1 \times 10^{-1}$  Kgf;
- Encoder marca Honer, com capacidade de leitura de 240 pulsos por giro;
- Indicador de força de célula de carga, modelo Micro-P – Electro-Numeric, Inc
- Bateria 12 volts, 7 Ah;
- Dois cronômetros da marca CASIO, multifunção, fundo escala  $1.10 \text{ s}^{-1}$ ;
- Trena de fibra, da marca Eslon, com capacidade de 20m e leitura de  $5 \times 10^{-2}$  m;
- Trena Stanley de 3m/10 polegadas, menor leitura de  $5 \times 10^{-4}$  m;
- Sacolas de nylon tipo “Big-Bag” com capacidade para 200 kg;
- Corda de “nylon”;
- Fichas de campo e canetas;
- Outros: cabos de aço para tração; grampos metálicos para fixação de cabos de aço; bureta graduada; bússola; compasso de madeira; estiletes e lona de plástico;
- Notebook Toshiba PS-35;
- Programa Microsoft Excel;
- Programa de análise estatística SAS.

### 3.1.4 Defensivos e Fertilizantes

Para o combate e controle de pragas (cupim, migdolos e broca), foi utilizado o defensivo agrícola Carbofenil (Furadan), na dosagem de  $6 \text{ L ha}^{-1}$  misturado a  $0,250 \text{ Kg}$  de Fipronil (Regent 800 WG). A formulação de adubo adotada foi de 10-25-25, na dosagem de  $500 \text{ Kg ha}^{-1}$ .

## 3.2 Métodos

### 3.2.1 Área de plantio

O perímetro de cada tratamento foi determinado por GPS, cujo croqui é mostrado na Figura 8. Em plano topográfico, demarcou-se uma área, com  $200 \text{ m}$  de comprimento de sulcos e  $18 \text{ m}$  de largura, suficiente para efetuar-se 6 repetições, ou seja, 12 sulcos para cada tratamento.



Figura 6 – Croqui da casualização dos tratamentos com suas respectivas localizações geográficas

No preparo de solo foram realizadas as operações de gradeação, aração e finalizada com a gradeação de nivelamento. Cabe esclarecer que o preparo do solo foi o mesmo para o mecanizado e o semimecanizado.

### 3.2.2 Especificações técnicas da plantadora de cana picada Santal PCP2

- Peso (kgf), sem carga: 10.500
- Cubagem do depósito de mudas em rebolos ( $m^3$ ): 20,5
- Capacidade média do depósito de mudas em rebolos (kgf): 6.000
- Capacidade dos 2 depósitos de fertilizantes (kgf): 700
- Capacidade do depósito de agroquímicos (L): 300
- Tamanho médio de rebolos recomendados (m): 45
- Opções de espaçamentos (m): 1,5
- Valor de mercado, à vista (R\$): 212.000,00 (US\$ 94.227,35).
- Estimativa de peças de reposição por safra (R\$): 8.000,00.
- Capacidade operacional de plantio ( $ha\ h^{-1}$ ): 1,2
- Velocidade média efetiva de trabalho ( $km\ h^{-1}$ ): de 4 a 6
- Raio de giro (m): não fornecido
- Potência mínima necessária para operação (cv): 180
- Número de operador: 1
- Profundidade máxima de sulcação (m): 0,4
- Especificação dos rodados: quatro pneus em tandem: 6.00/50/22,5
- Motores hidráulicos: 4. Estimativa de potência média consumida por motor: 12 cv.

### 3.2.3 Regulagens da plantadora

As regulagens da plantadora Santal, bem como a operação de plantio, foram efetuadas pela equipe técnica da empresa fabricante, que acompanhou o processo de ensaio de campo. O espaçamento padrão adotado foi de 1,50 m entre fileiras.

As regulagens e manejo envolveram: velocidade de deslocamento ( $Km\ h^{-1}$ ), quantidade de rebolos por metro de sulco de plantio (rebolos  $m^{-1}$ ), quantidade de terra sobre os rebolos (cobrição), quantidade de defensivos e de adubos conforme dosagens indicadas pela Usina Costa-Pinto.

Regulagem da quantidade de muda: regular a vazão de óleo no trator que alimenta a esteira, com 65 a 70 litros/minuto, dependendo da quantidade de gemas por metro linear de cana e a quantidade de gemas por metro linear de sulco. Acionar a alavanca com a máquina em



movimento a  $6 \text{ Km h}^{-1}$  e com o cobridor erguido, e o sulcador na profundidade desejada. Após andar aproximadamente 8 metros medem-se 5 metros no sulco de cana distribuída e conta-se a quantidade de gemas que deverá ser em torno de 18 a 22 gemas brutas por metro linear, dependendo da variedade de cana e período de plantio entre outros fatores (Figura 16).

Regulagem da quantidade de adubo sólido: após regulagem das mudas e com os cochos de alimentação da esteira devidamente vazios, efetua-se a regulagem do adubo que será feita com a máquina parada pesando o adubo com a vazão por minuto e ajustando as válvulas reguladoras de vazão dos motores hidráulicos localizados nas laterais esquerda e direita próxima da escada, de acordo com a necessidade para obter a quantidade de adubo por metro linear desejada (Figura 8).



Figura 7 – Regulagem da velocidade da esteira (a) e do cobridor de sulco (b)



Figura 8 – Regulagem da quantidade de adubo na dosagem de  $500 \text{ Kg ha}^{-1}$



Figura 9 – O defensivo agrícola Carbofenil (Furadan), na dosagem de  $6 \text{ L ha}^{-1}$  (a) é misturado a  $0,250 \text{ Kg}$  de Fipronil (a), Regent 800 W, no depósito de agrotóxicos

Regulagem da quantidade do fungicida ou inseticida com bomba elétrica: com o trator desligado, o tanque de fungicida abastecido e o bico de aplicação com a vazão pré-determinada, abre-se o registro de alimentação da bomba, liga-se a bomba elétrica e munido de equipamentos de segurança faz-se a medição da vazão do bico ajustando através do regulador de pressão (Figura 9).

Esta máquina apresentou certa dificuldade durante a etapa de adequação da quantidade rebolos  $m^{-1}$  de sulco. O ajuste requer, além da velocidade de deslocamento, a adequação da engrenagem substituível das esteiras lançadoras de rebolos.

### **3.2.4 Preparo das mudas**

A variedade utilizada como muda no ensaio foi a SP 80-3280 de 11 meses e primeiro corte. O preparo das mudas seguiu os critérios adotados na própria usina para um plantio convencional com colheita manual de cana crua feito por operadores de campo.

A fim de se tentar eliminar a variável “palha aderida aos colmos” (não controlável) e que poderia dificultar a germinação, aleatoriamente, todas as mudas foram parcialmente despalhadas, manualmente, sem uso de ferramentas. É provável que tenha ocorrido um aumento de danos mecânicos na manipulação das mudas nas plantadoras por diminuição de proteção das gemas pelas palhas durante suas movimentações dentro das máquinas, porém tal decisão foi acordada entre os coordenadores do estudo, entendendo ter sido a melhor opção.

### **3.2.5 Biometria das mudas**

Foram feitas duas determinações de Biometria. A seleção das amostras foi feita ao acaso e cada determinação utilizou 30 colmos das mudas destinadas ao plantio, totalizando uma amostragem de 60 colmos.

Para a caracterização biométrica das mudas (Figura 10), individualmente, cada colmo passou pela seguinte seqüência de determinações: comprimento (cm), diâmetro (cm) e contagem de gemas totais, viáveis e inviáveis.

A mensuração dos colmos seguiu a seguinte seqüência: Utilizando-se trenas, foram medidos os comprimentos e diâmetros de cada colmo. Neste processo, ainda foi feita a contagem do número total de gemas por colmo, as quais foram classificadas em gemas viáveis (Figura 11) e

inviáveis (Figura 12). Posteriormente obteve-se o comprimento médio dos colmos, o desvio padrão, variância das mensurações e também a quantidade de gemas por metro linear de colmo.

Com as amostras depositadas nas sacolas tipo “Big-bag”, utilizou-se o trator com garra acoplada para efetuar a pesagem das amostras, o que posteriormente possibilitou a determinação do peso médio de cada colmo por amostragem.



Figura 10 – Colmos (a) e rebolos (b) passando pelas determinações de tamanho, diâmetro e número de gemas viáveis e inviáveis.

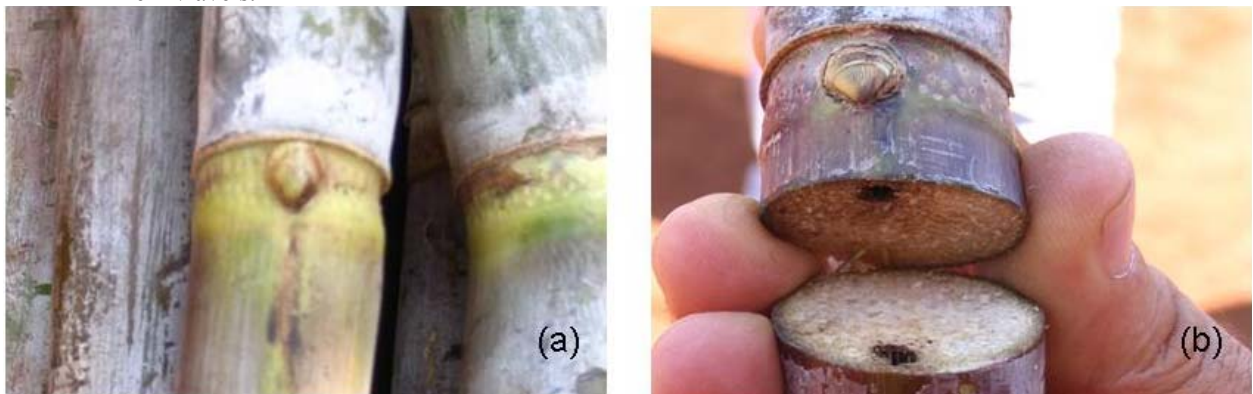


Figura 11 – Gema viável (a). Rebolo atacado por broca, mas com gema considerada viável (b)



Figura 12 – Gema inviável por dano mecânico (a). Gema inviável por ataque de broca (b)

### 3.2.6 índice de brotação

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

### 3.2.7 Rebolos do plantio

Os colmos foram fracionados em rebolos de aproximadamente 40 cm, utilizando o mecanismo picador da plantadora Civemasa, e armazenados em sacolas tipo “big-bag”, para mensuração dos comprimentos e avaliação de danificação nas gemas.

Uma vez armazenados, efetuou-se a medição do comprimento de cada rebolo e a quantidade de gemas viáveis e inviáveis por rebolo. Posteriormente, obteve-se o comprimento médio dos rebolos, o desvio padrão e variância das mensurações, possibilitando avaliar a precisão do corte e a qualidade do cisalhamento. Em seguida, através da comparação da quantidade de gemas inviáveis dos colmos com as dos rebolos, foi possível a determinação da quantidade e percentual de gemas danificadas pelo mecanismo picador da plantadora.

### 3.2.8 Abastecimento de mudas e fertilizantes

Na plantadora Santal o abastecimento de rebolos de mudas ocorreu por meio de “big bags” e guincho hidráulico, com rebolos provenientes do picador da plantadora Civemasa, utilizado como substituto de colheita mecanizada.

### 3.2.9 Plantio mecanizado e seu correspondente semimecanizado

Na área previamente delimitada, foram efetuados os plantios de 12 sulcos para cada tratamento. Desta forma, as análises comparativas entre a máquina e seu correspondente plantio semimecanizado, ocorreu conforme mostrado na Tabela 6.

Tabela 6 – Definição, em função das datas de ocorrência dos plantios para confrontos entre tratamentos e codificações

Tratamento	Data de plantio	Tratamento	Data de plantio
Mecanizado - M	24/10/2005	Semimecanizado - SM	25/10/2005

### 3.2.10 Granulometria e umidade do solo

Foram recolhidos, casualizadamente, 10 amostras de solo (Figura 13), à profundidade de sulcação, no mesmo dia depois de concluídas as operações de plantio. Posteriormente, no laboratório de solos do Depto. de Engenharia Rural / ESALQ, efetuaram-se as determinações de acordo com método laboratorial padrão. O método para análise da umidade de solo foi o termogravimétrico com base em peso descrito e, para análise granulométrica, o método do tamanho de partículas (DANE et al., 2002).

### 3.2.11 Sulcos

A Figura 14 mostra o croqui de determinação adotado para as variáveis (profundidade de sulcação, altura da camada de solo sobre as mudas, número médio de gemas por metro de sulcação, número e tamanho de perfilhos), e o local de coleta das amostras ao longo de 10 sulcos de plantio (aos 20, 60, 100, 140 e 180 m), sendo que, os sulcos das extremidades foram eliminados como bordadura.

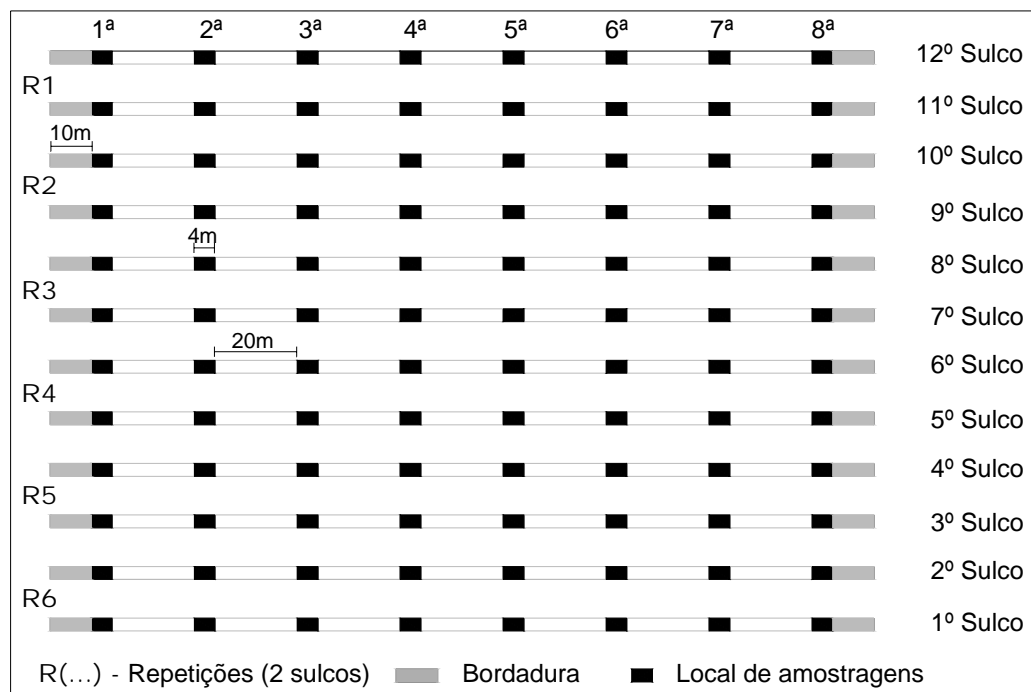


Figura 14 – Croqui do critério adotado para determinação de profundidade de sulcação e altura da camada de solo sobre as mudas, número médio de gemas por metro de sulcação e número e tamanho de perfilhos

No dia posterior ao plantio mecanizado e semimecanizado foram efetuadas amostragens, nos sulcos, com o objetivo de se determinar: profundidade média de sulcação e altura média de

solo sobre as mudas (cobrição), número de rebolos, número de gemas viáveis e inviáveis por metro de sulco.

### 3.2.12 Profundidade de sulcação e altura da camada de solo sobre as mudas.

Cavou-se até a profundidade de sulcação e um sarrafo de madeira foi posicionado na borda dos sulcos. Com uma régua graduada mediu-se a distância entre o solo e o sarrafo determinando-se a profundidade de sulcação, como mostrado na Figura 15.

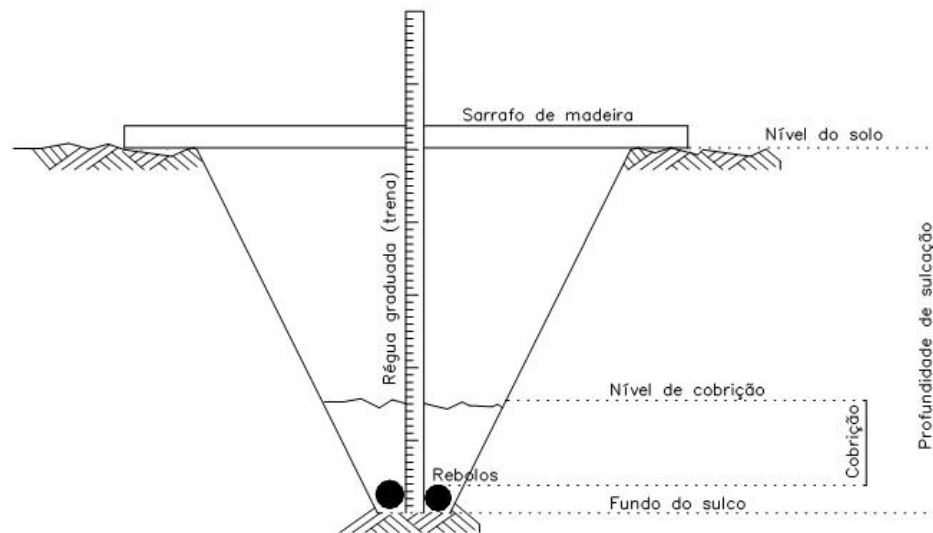


Figura 15 – Croqui para determinação da profundidade de sulcação e cobrição.

Foram tomadas 20 amostras por tratamento, ou seja, 2 amostras por sulcos (Figura 16)

### 3.2.13 Número médio de gemas por metro de sulcação

Foram tomadas 10 amostras para cada tratamento, abrindo-se sulcos de 1 metro de comprimento, contando-se o número de rebolos e o número de gemas viáveis e inviáveis neles existente (Figura 17).

### 3.2.14 Perfis

Posteriormente, aos 30, 60 e 90 dias após o plantio para cada tratamento, foram efetuados as determinações de brotação e tamanho de perfis.

Para determinar o número de brotações, foram realizadas amostragens ao longo de 4 metros lineares, intercalados a cada 20 metros, e obteve-se um comprimento total amostrado de

384 metros lineares por tratamento, conforme o croqui mostrado na Figura 14. Foram eliminados 10 metros de bordadura nas extremidades de cada repetição, para evitar os possíveis trechos de instabilidade da plantadora. Em cada uma destas amostragens, contou-se o número de perfilhos, conforme Figura 18 (a). Assim, foram efetuadas 96 amostragens por tratamento em cada uma das três épocas de leituras, que através de demarcações com estaca, sempre ocorreram nos mesmos locais. As determinações para tamanho de perfilhos foram efetuadas somente aos 30 dias do plantio e verificados se eram maiores ou menores a 10 cm, conforme Figura 18 (b).

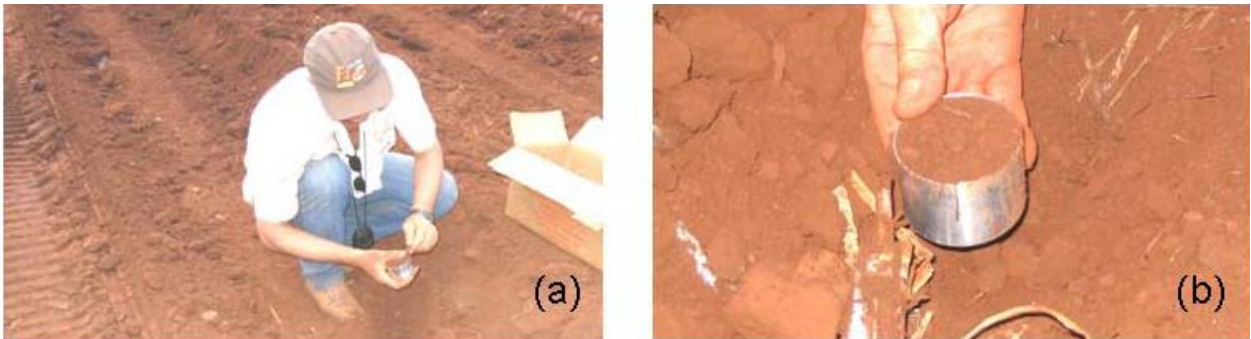


Figura 13 – Coleta de amostra de solo para determinação granulométrica e umidade (a e b)

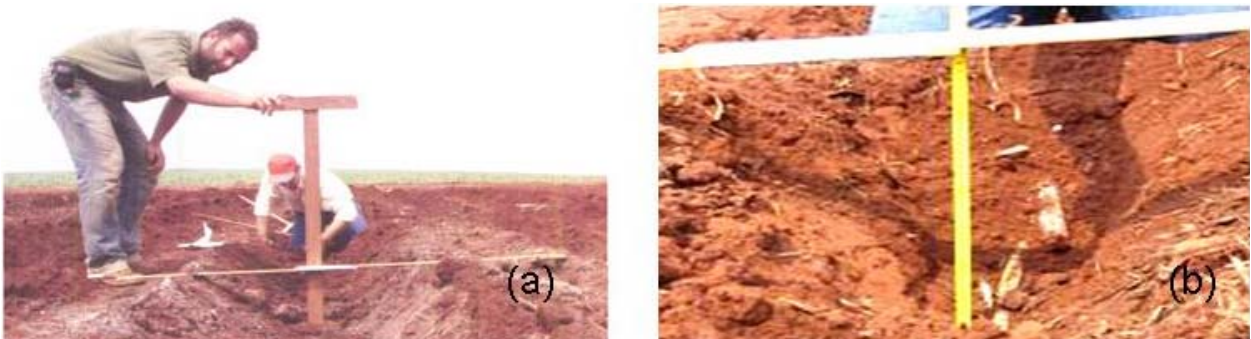


Figura 16 – Determinação da profundidade de sulcação (a) e cobertura (b). (Foto Ripoli)

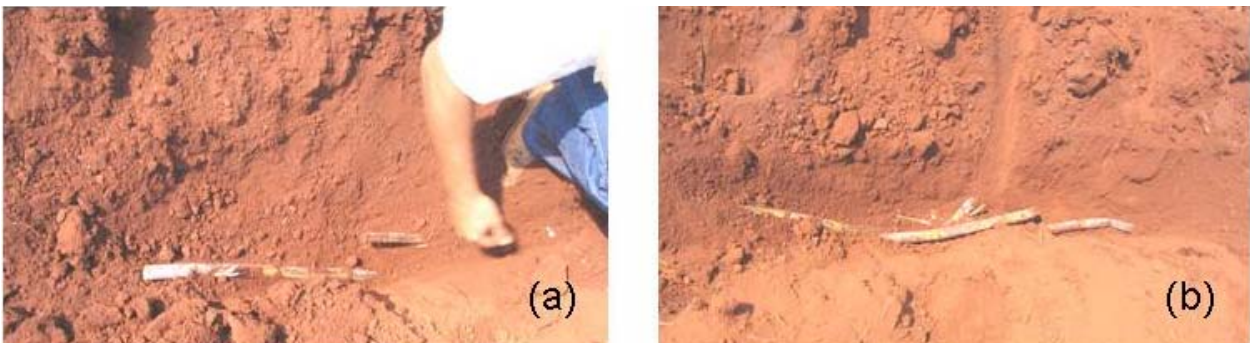


Figura 17 – Determinações de número de rebolos e de gemas viáveis.m<sup>-1</sup> de sulco (a e b)

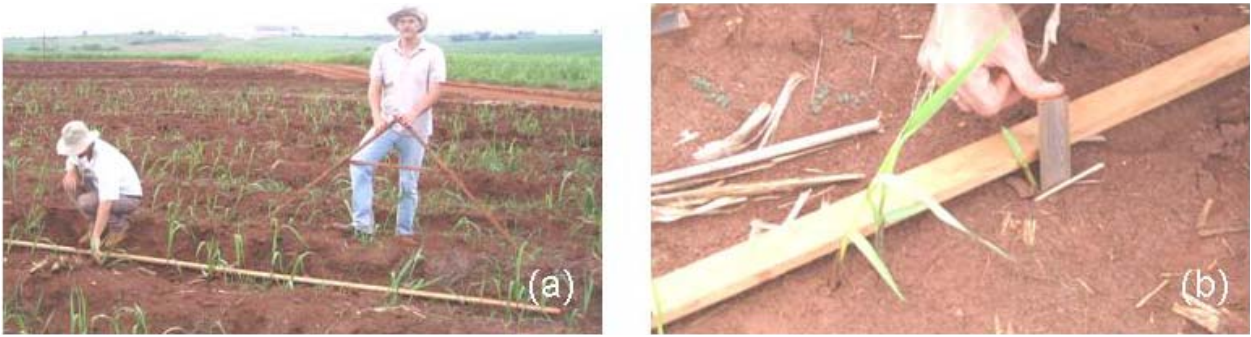


Figura 18 – Contagem do número de perfilhos em 4 metros de sulco (a). Tamanho de perfilhos (b)

### 3.2.15 Falhas de brotação

Aos 90 dias após o plantio de cada tratamento, determinaram-se, ainda, as falhas de brotação. Foram consideradas todas as falhas ocorridas, tendo em vista que o método utilizado não foi por amostragem e sim o de percorrer linearmente todas as fileiras de cana e determinar todas as falhas encontradas nos tratamentos, descontando-se 10 metros de bordadura em cada extremidade de cada repetição. Conceitualmente, definiu-se como falha real de plantio os espaços maiores que 30 cm na fileira, deduzindo esta distância. A percentagem de falhas foi obtida pela relação da soma desses espaços pelo comprimento da fileira de cana levantada.

### 3.2.16 Estimativa da quantidade de mudas plantadas ( $t\ ha^{-1}$ )

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.

$$Q_m = m \times R \times D_p \times 1000 \quad (1)$$

Onde:

$Q_m$  = Quantidade de mudas ( $t\ ha^{-1}$ );

$m$  = Massa do Rebolo ( $kg\ rebolo^{-1}$ );

$R$  = Número de Rebolos ( $rebolos\ m^{-1}$ );

$D_p$  = Densidade de Plantio ( $mudas\ ha^{-1}$ );

1000 = conversão de  $Kg\ ha^{-1}$  para  $t\ ha^{-1}$ .



### 3.2.17 Raio e espaço de giro.

O método de ensaio para determinação do raio e espaço de giro dos tratores é o preconizado pela norma da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) NBR 12.566/1992, sob título “Trator agrícola – Determinação do raio e espaço de giro – Método de ensaio”.

### 3.2.18 Perímetro Eficaz e calibração do “encoder”.

Para a obtenção dos percursos efetivos amostrados dos equipamentos e associá-los aos respectivos tempos percorridos, efetuou-se a determinação do perímetro eficaz<sup>3</sup> das rodas de sustentação das máquinas e das fontes de potência utilizadas, sob mesma condição de solo dos ensaios. Para a calibração do “encoder” contou-se 10 giros da roda em que o mesmo estava acoplado e mediu-se a distância percorrida, conforme a Figura 19.

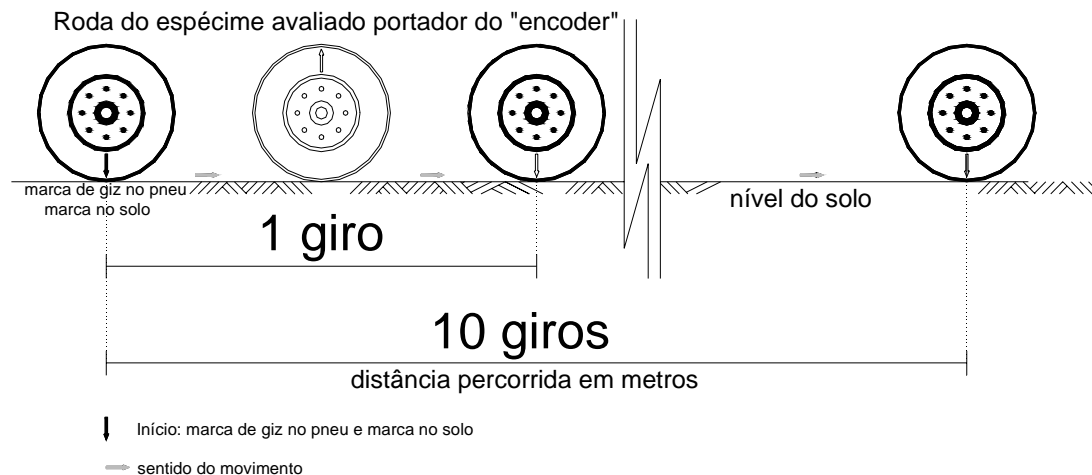


Figura 19 – Croqui ilustrativo da determinação do perímetro eficaz

### 3.2.19 Percurso em manobras de cabeceiras

Foi adotado percurso padrão, na Figura 20, para determinação dos tempos de plantio e manobras de cabeceiras para a plantadora estudada.

<sup>3</sup> Perímetro eficaz (MIALHE, 1996) – perímetro de rolamento medido diretamente no terreno.

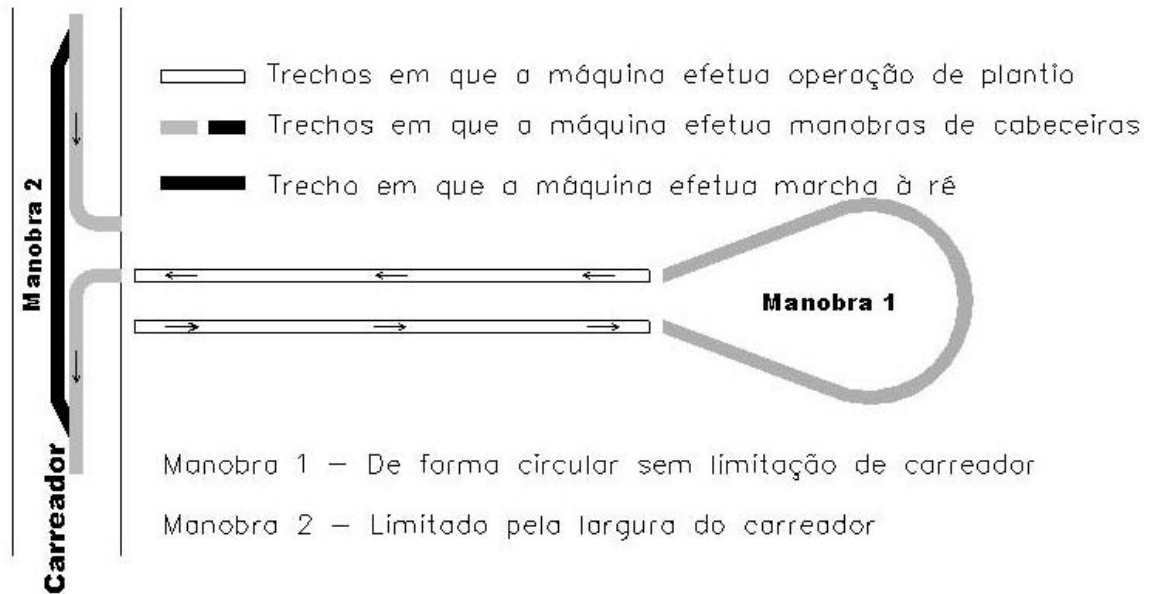


Figura 20 – Croqui das manobras de cabeceiras

### 3.2.20 Força de tração exigida pela operação.

Paralelamente aos blocos de plantio, portanto, sob mesmas condições de solo e de seu preparo, efetuaram-se as determinações de força de tração exigida pelas plantadoras. Adotou-se a metodologia proposta por Mialhe (1996), onde:

$$FT_m = FT_i \cdot t_p^{-1} \quad (2)$$

onde:

$FT_m$  = força de tração média (kgf);

$FT_i$  = força de tração integrada (kgf.s<sup>-1</sup>);

$T_p$  = tempo de percurso na parcela (s);

Para determinar esta variável utilizou-se o “datallogger” (Figura 21 a) que registrou eletronicamente a variação da força de tração (kgf) ocorrida na célula de carga (Figura 21 b), correlacionando esta informação com o tempo de duração dos percursos (tiros). Para determinação eletrônica do comprimento de cada “tiro” foi implantado na roda da plantadora um “encoder” (Figura 22 a) interligado ao “datallogger” que registrou o número de pulsos por giro da mesma, possibilitando o cálculo exato do percurso percorrido. Por motivos de precaução também

foi registrado e medido manualmente o comprimento de cada tiro e cronometrado seu respectivo tempo de deslocamento.

### 3.2.21 Consumo efetivo de combustível.

O consumo de combustível foi determinado pelo fluxômetro instalado na mangueira de combustível da fonte de potência, conforme ilustra a Figura (22 b). Já a determinação do consumo horário efetivo de combustível ( $L h^{-1}$ ) foi determinado pela leitura dos consumos nos ensaios de força de tração do conjunto (fonte de potência + plantadora), onde o percurso efetivo também foi determinado.

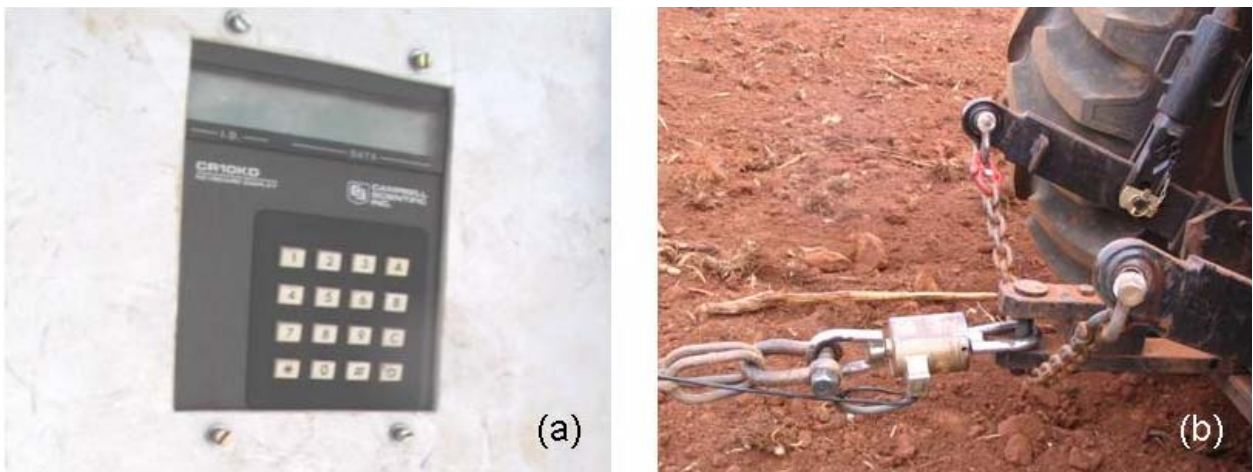


Figura 21 – “Dataloger” (a). Célula de carga (b)

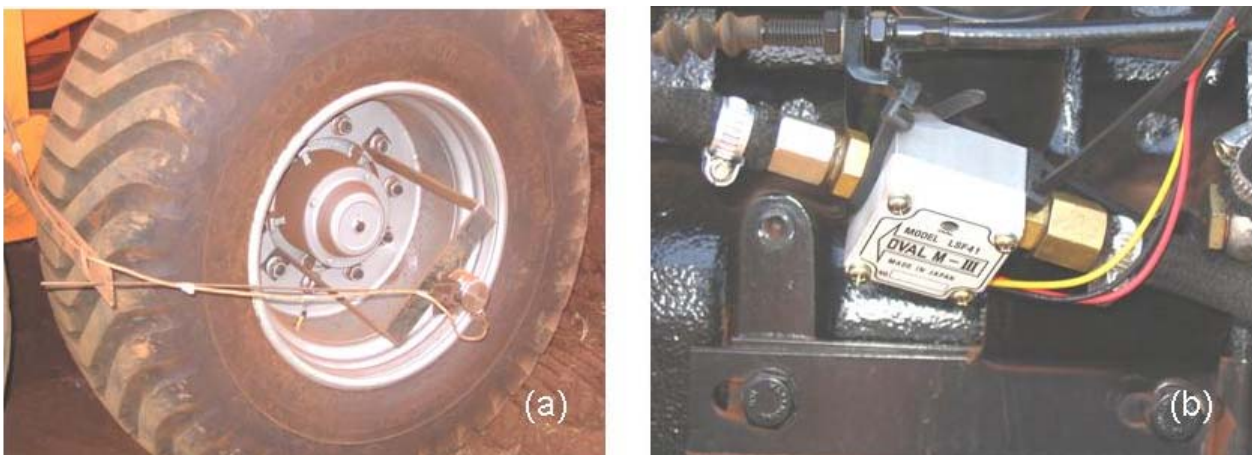


Figura 22 – “Encoder” (a). Fluxômetro – Medidor de consumo de combustível (b)

Assim, foram tomados para cada mecanismo de tração (mecanizado e semimecanizado), tiros de 100 a 200 m, para 2 velocidades deslocamento (acima e abaixo, da velocidade efetiva de plantio), obtendo-se os seguintes parâmetros:

1. Força de tração (FTc) exigida pelo conjunto: fonte de potência + plantadora.
2. Força de tração (FTt) exigida, apenas, pela fonte de potência.

Portanto, a força de tração (FTp), exigida pela plantadora foi obtida pela equação:

$$T_p = FT_c - FT_t \quad (3)$$

Na configuração de ensaio de tração mostrado na Figura 23, obteve-se o resultado de exigência tratorria do conjunto fonte de potência + plantadora. Na configuração da Figura 24, obteve-se o esforço tratorrio exigido decorrente do atrito de rolamento do trator que tracionou a plantadora. Por diferença dos resultados obtidos, aplicando-se a equação (3), obteve-se o esforço tratorrio exigido pela máquina plantadora.



Figura 23 – Configuração para determinação da força de tração



Figura 24 – Configuração para determinação do esforço tratorrio

Posteriormente, em laboratório, transferiu-se os dados de tempo, de força de tração e de consumo de combustível, registrados no “datallogger”, para uma planilha eletrônica Excel. Aplicando-se a equação (4), obteve-se, para cada pulso registrado a potência (em cv) consumida em cada repetição.

$$P = F \cdot V \cdot 75^{-1} \quad (4)$$

sendo:

F = força de tração obtida na barra (kgf);

V = velocidade média efetiva de deslocamento ( $m \cdot s^{-1}$ );

75 = fator de conversão de unidade;

Em seguida, conforme Mialhe (1996) determinou-se a potência média exigida pela plantadora, através da equação (5), utilizando-se a média das velocidades da força de tração medida sob as condições de solo da área de ensaio. Por sua vez, a força de tração da plantadora foi determinada pela subtração da força de tração do conjunto (fonte de potência + plantadora) e a força de tração da fonte de potência.

Equação básica de potência mecânica.

$$P_b \text{ (cv)} = [F_t \text{ (kgf)} \cdot V_{ef} \text{ (m} \cdot \text{s}^{-1})] \cdot [75 \text{ kgm} \cdot \text{s}^{-1}]^{-1} \quad (5)$$

A potência média refere-se à potência na barra de tração do trator que tracionou a plantadora.

A determinação da potência no motor correspondente foi obtida de acordo com a metodologia proposta pela ASAE (1998), mostrada na Figura 25, que apresenta a relação entre potência de motor e condição de tração.

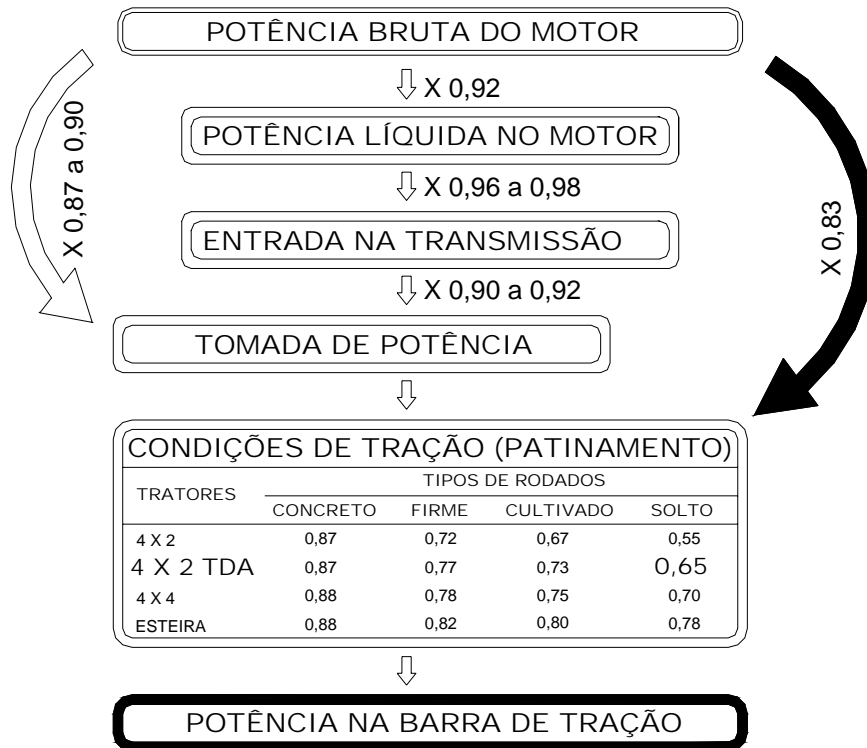


Figura 25 – Esquema para determinação da potência disponível na barra de tração. Fonte ASAE (1998)

### 3.2.22 Determinação de Capacidades Efetivas.

Em cada tratamento foram tomados os tempos e os percursos efetivos efetuados em cada repetição, separadamente dos tempos consumidos em manobras de cabeceiras, considerando-se:

- Tempo efetivo (TE) = tempo em que a máquina está efetuando a operação de plantio (eventuais interrupções no percurso foram eliminadas).
- Tm = tempo de manobras de cabeceiras

Com base nestas determinações, obtiveram-se as Capacidades Efetivas (CE), em ha h<sup>-1</sup>, aplicando-se a equação (6), conforme Gamero e Lanças (1996).

$$CE = L \cdot Ve \cdot 0,36 \quad (6)$$

Onde:

L = largura efetiva de trabalho da plantadora (m);

Ve = velocidade média de deslocamento no percurso da repetição (m s<sup>-1</sup>);

0,36 = conversão de unidades para ha h<sup>-1</sup>;

### 3.2.23 Estimativas de custos efetivos.

Os custos efetivos foram determinados com base no critério definido pela equação (7).

$$C_{ef} = C_h \cdot CE^{-1} \quad (7)$$

sendo:

$C_{ef}$  = Custo efetivo estimado (R\$ ha<sup>-1</sup>);

$C_h$  = custo hora estimado (R\$ h<sup>-1</sup>);

$CE$  = Capacidade efetiva determinada (ha h<sup>-1</sup>);

Os custo-horário do conjunto (fonte de potência mais plantadora) foram tomados a partir dos valores de aquisição de máquinas novas com preço à vista. Adotou-se para esta variável o método proposto pela ASAE, apresentado por Mialhe (1974).

As Capacidades Efetivas, por sua vez, foram representadas pelos valores médios obtidos nas repetições do tratamento, conforme proposto por Mialhe (1974).

Segundo as citações acima as parcelas a serem computadas na determinação de custo-hora previsto (ou efetivo) são agrupadas em: gastos fixos e gastos variáveis.

### 3.2.24 Gastos fixos ou de propriedade:

- Amortização do capital investido no equipamento ( $A_m$ ):

$$A_m = (\text{Valor inicial} - \text{Valor final}) \cdot \text{vida útil}^{-1} \text{ (horas)} \quad (8)$$

- Juros sobre capital não amortizado ( $J_c$ ):

$$J_c = [(V_i - V_f) \cdot 2^{-1}] \quad (9)$$

- Taxa anual de juros: Considerou-se 12% a.a.

- Depreciação do equipamento por uso ou obsolescência ( $D_o$ ):

$$D_o = (\text{Valor inicial} - \text{Valor final}) \cdot \text{vida útil}^{-1} \text{ (horas)} \quad (10)$$

- Despesas de alojamento ( $D_a$ ):

$$D_a = 0,015 \cdot V_i \cdot \text{horas trabalho anual}^{-1} \quad (11)$$

- Prêmio de seguro ( $P_s$ ):

$$P_s = 0,01 \cdot V_i \quad (12)$$

### 3.2.25 Gastos variáveis ou operacionais:

- Combustíveis e lubrificantes:

Determinado a partir dos consumos específicos obtidos nos ensaios.

- Material de substituição periódica:

Com base em informações fornecidas pelos fabricantes.

- Reparos mecânicos e peças de reposição:

Com base em informações fornecidas pelos fabricantes.

Para os cálculos e custos por unidade de área, adotou-se o critério de Balastreire (1987) referentes à Eficiência de Campo (%) para plantadoras, que se encontra no intervalo de 50 a 85%.

Considerou-se a utilização da plantadora durante 9 meses por ano, 25 dias por mês e 10 horas por dia, com uma vida útil de 10 anos (22.500 horas).

A vida útil das fontes de potência foi tomada como 15 anos (45.000 h), para as estimativas de custos fixos, enquanto que, para estimativas de custos operacionais, considerou-se 2.250 horas por ano, correspondentes a utilização das plantadoras, conforme indicação da COSAN-Costa Pinto. O valor da taxa estimada de manutenção foi de 1 % ao ano sobre o valor de aquisição. Para serviços e peças considerou-se o equivalente ao valor de aquisição dividido pela vida útil.

Para o tratorista tomou-se o valor do salário de motorista/tratorista, R\$ 1.143,39 mês<sup>-1</sup> com encargos sociais inclusos, praticado pela empresa COSAN – Costa Pinto. Na operação da plantadora, cuja ação não requer maior dificuldade, considerou-se um salário igual ao dos trabalhadores braçais de R\$ 522,28 mês<sup>-1</sup>.

O valor final de descarte, dos equipamentos, foi considerado como 10% do valor de aquisição. A taxa de juros sobre o capital investido foi de 12% a.a. A Taxa de alojamento considerada foi de 1,5% a.a. sobre o valor de aquisição. O prêmio de seguro, por sua vez foi tomado como sendo o equivalente a 1,0% sobre o valor de aquisição. Em relação ao custo do óleo diesel foi considerado o valor do litro na época do plantio, de R\$ 1,82 L<sup>-1</sup>.

Para se efetuar o confronto entre a opção de plantio mecanizado com o convencional (semimecanizado) adotado pela COSAN-Costa Pinto, apresenta-se, o ajuste dos custos por hectare, por ela praticado, em 30/10/2005 e que envolveu: mão-de-obra para descarga, sulcação e adubação, distribuição, picação, cobrição mecânica, cobrição manual complementar de sulcos e cabeceiras. O custo operacional foi de R\$ 308,91 ha<sup>-1</sup>. Corrigindo-o para custo efetivo, com Eficiência de Campo de 70%, obtém-se o valor de R\$ 216,24 ha<sup>-1</sup>.



### **3.3 Colheita**

A colheita dos talhões semimecanizado e mecanizado ocorreu no início do mês de outubro de 2006, ou seja, exatamente 12 meses após o plantio.

As determinações de campo e laboratório abrangeram:

- Antes da queima – Biometria e contagem do número de colmos industrializáveis
- Depois da queima – Caracterização do porte do canavial, produtividade e rendimento agrícola e análise tecnológica.

#### **3.3.1.1 Número de colmos industrializáveis**

Nos mesmos pontos de amostragens das determinações de perfilhamento efetuadas aos 30, 60 e 90 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.

#### **3.3.2 Biometria dos colmos da colheita antes da queima (cana crua)**

A seleção das amostras foi feita conforme o croqui mostrado na Figura 14. Coletou-se, de forma alternada, uma amostra a cada 20 metros, ou seja, 10 amostras para cada repetição, totalizando 60 colmos por tratamento (mecanizado e semimecanizado). Foram eliminados 10 metros extremos dos sulcos como bordadura.

Para a caracterização biométrica das amostras colhidas, individualmente, cada colmo 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, seguindo-se o mesmo método utilizado nas determinações de biometria das mudas, efetuado antes do plantio, citado no item 3.2.6.

#### **3.3.3 Caracterização do porte do canavial após a queima**

A coleta de dados referentes ao porte do canavial foi tomada, a cada 40 metros, em sulcos alternados, 6 leituras de dados com o triangulo retângulo, o que gerou em 24 amostras por tratamento, conforme ilustra a Figura 26.

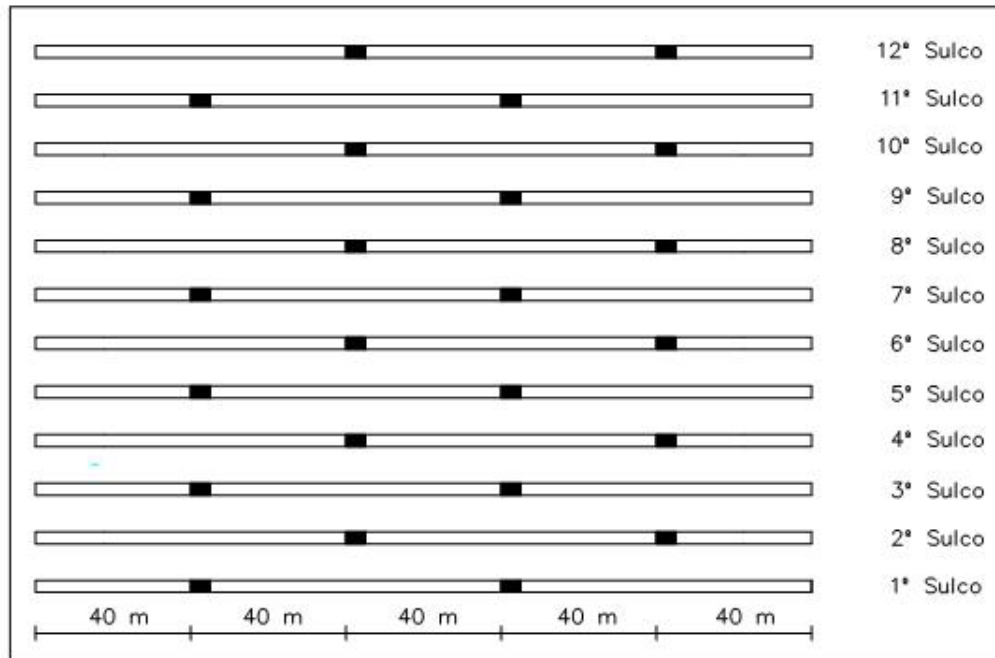


Figura 26 – Croqui do critério adotado para determinação de porte do canavial

A determinação de porte do canavial seguiu o método proposto por Ripoli et al. (1977), na qual é utilizado um triângulo retângulo com uma subdivisão nos  $22^{\circ}30'$ , exemplificado na Figura 27.

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

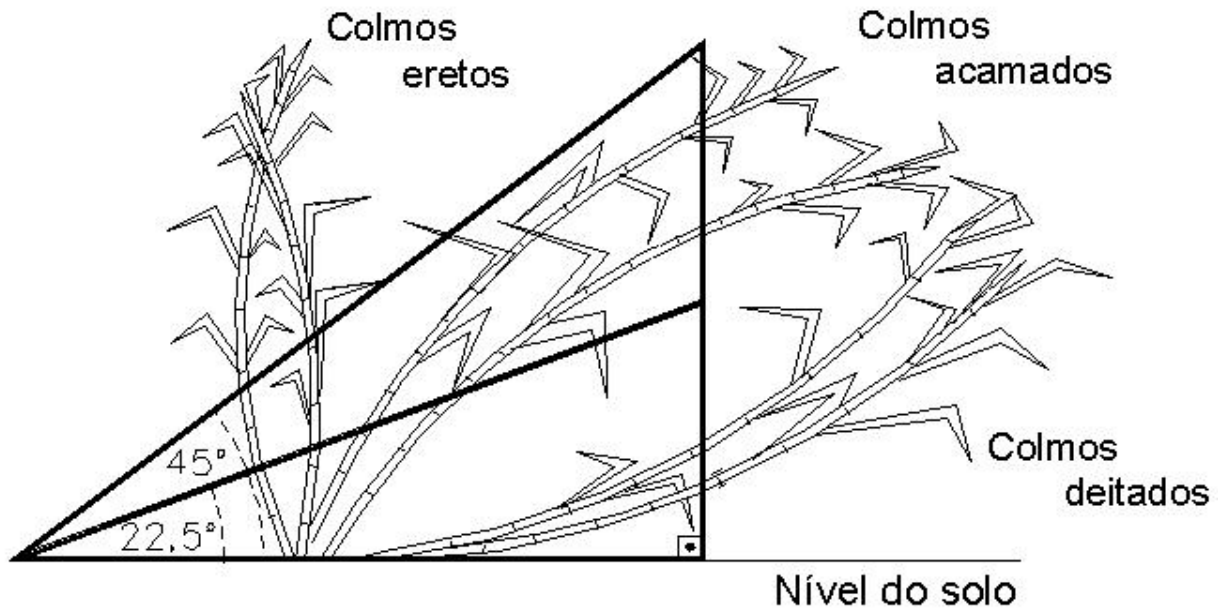


Figura 27 – Croqui do critério adotado para coleta das informações para determinação do porte do canavial. Adaptado de Ripoli et al. (1977)

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

### 3.3.4 Coleta de colmos após a queima

Seguindo o mesmo critério adotado na coleta das amostras de biometria antes da queima, efetuou-se também a coleta de amostras de colmo após a queima do canavial, ou seja, foram coletados mais 60 colmos para a pesagem e análise tecnológica da matéria-prima colhida após a queima (Figura 28).

### 3.3.5 Colheita manual e pesagem

Com o objetivo de se mensurar as variáveis, produtividade agrícola ( $t\ ha^{-1}$ ), rendimento agrícola (%) e a análise tecnológica da matéria-prima colhida, efetuaram-se a colheita dos tratamentos (mecanizado e semimecanizado), de forma manual, seguindo os padrões usuais estabelecidos pela própria empresa COSAN-Costa Pinto, conforme ilustra a Figura 29.

Cada cortador ficou encarregado de uma repetição (Figura 30 a), ou seja, responsável pelo corte de duas 2 fileiras de plantio de 200 m de comprimento. As repetições, de cada tratamento,

foram carregadas mecanicamente em unidades de transbordo (Figura 30 b), e pesadas na Usina individualmente.

Cada repetição correspondeu a uma área amostral de 600 m<sup>2</sup> (2 fileiras de 200 metros), perfazendo um total de 6 pesagens por tratamento.

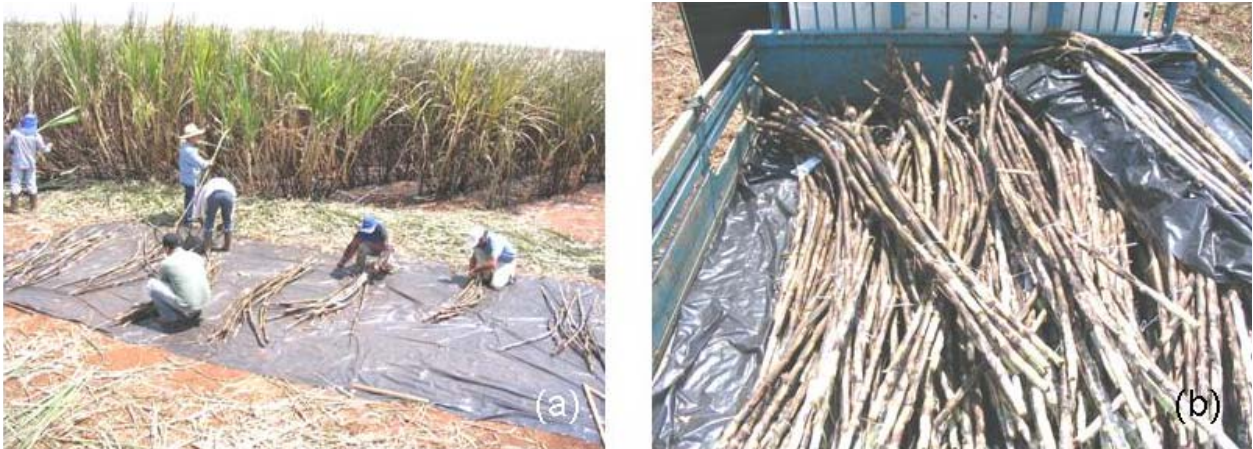


Figura 28 – Colheita das amostras de colmos após a queima (a). Colmos etiquetados para envio a análise (b)

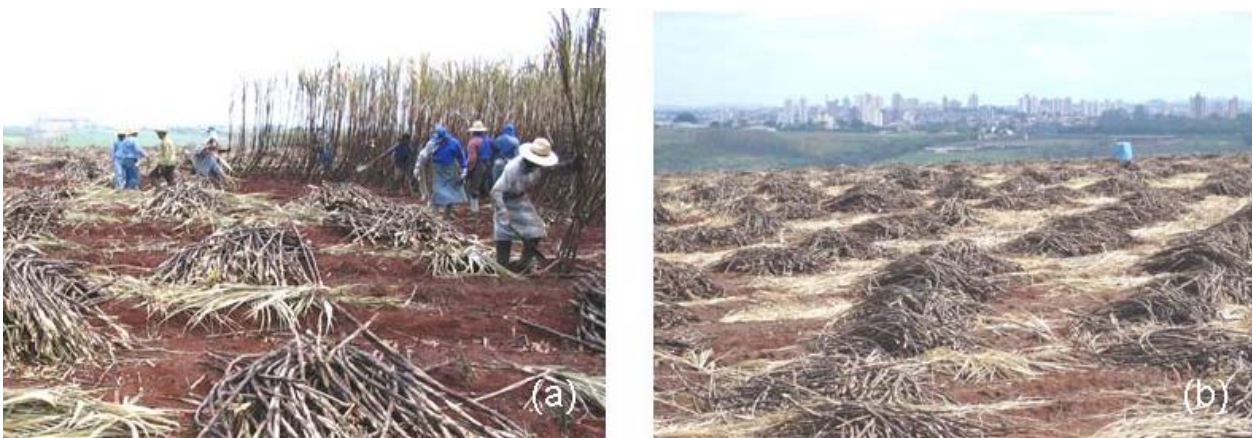


Figura 29 – Colheita manual dos tratamentos semimecanizado e mecanizado



Figura 30 – Cortador encarregado de 2 fileiras, ou, repetição 1 (a). Carregamento do transbordo correspondente a uma repetição (b)

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Índice de brotação

De 120 internódios colocados em caixa de areia, 20% já apresentavam gemas danificadas. Das gemas sadias, 89,6% brotaram, o que vale dizer que apenas 71,7% das gemas totais tiveram desenvolvimento vegetativo.

### 4.2 Biometria de mudas e outras análises correlatas

A biometria das mudas forneceu os resultados apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Resultados médios de biometria, dos dias 07/10/05 (mecanismo picador Cg) e 24/10/05 (mecanismo picador Cp), das mudas utilizadas no ensaio do plantio mecanizado

Variáveis	Amostra 07/10/05			Amostra 24/10/05		
	Médias	D.P.	C.V (%)	Médias	D.P.	C.V (%)
Comprimento dos colmos (m)	2,34	22,6	9,6	2,57	20,1	7,8
Diâmetro dos colmos (cm)	2,8	0,2	8,7	2,8	0,2	6,5
Peso dos colmos (kg)	1,45	-	-	1,60	-	-
Número de internódios . colmo <sup>-1</sup>	16,3	1,9	11,4	18,8	1,8	9,4
Número de gemas viáveis . colmo <sup>-1</sup>	13,2	2,5	19,0	15,50	2,6	16,8
Número de gemas inviáveis . colmo <sup>-1</sup>	3,1	2,1	69,0	3,30	1,9	58,0
Número total de gemas . colmo <sup>-1</sup>	16,3	1,9	11,4	18,80	1,8	9,4
Número de rebolos . colmo <sup>-1</sup>	7,4	-	-	6,00	-	-
Comprimento de rebolos (cm)	31,1	8,7	28,0	42,37	6,7	15,8
Número de rebolos (30 colmos)	221	-	-	179	1,3	63,1
Peso dos rebolos (de 30 colmos) (kg)	43,6	-	-	47,30	-	-
Número de gemas viáveis . rebolo <sup>-1</sup>	1,4	1,1	83,1	2,00	-	-
Número de gemas inviáveis . rebolo <sup>-1</sup>	0,9	0,83	93,1	1,20	1,0	84,2
Número total de gemas . rebolo <sup>-1</sup>	2,3	-	-	3,20	-	-
% gemas viáveis . colmo <sup>-1</sup>	81,0	-	-	85,20	-	-
% gemas viáveis . rebolo <sup>-1</sup>	60,9	-	-	62,50	-	-
Peso médio por rebolo (kg)	0,20	-	-	0,26	-	-

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

Da análise da Tabela 7, pelos dados referentes às percentagens de gemas viáveis por colmo e gemas viáveis nos rebolos, pode-se afirmar que a ação de fracionamento dos colmos, em rebolos, acarretou uma perda da ordem de 24,8% de gemas viáveis para a amostra do dia 07/10/05 e de 26,6% de gemas viáveis para a amostra do dia 24/10/05.

Uma equivocada hipótese para o elevado índice de danos mecânicos, e conseqüente redução no percentual de gemas viáveis nos rebolos, pressupõe que as variações resultantes são decorrentes dos diferentes tamanhos de rebolos obtidos, Tabelas 8 e Tabela 9, ou seja, quanto maior o reboło fracionado pelo mecanismo picador, maior o número de gemas viáveis.

Tabela 8 – Resultados da quantidade de rebolos em relação ao número de gemas viáveis e seu tamanho, e suas respectivas quantidades percentuais (amostra do dia 07/10/05)

Tamanho Dos Rebolos (cm)	Quantidade de rebolos	% de rebolos	Tamanho médio dos rebolos (cm)	Número de gemas viáveis	% de gemas viáveis
01 < X < 10	14	6,3	7,9	6	2,0
11 < X < 20	11	5,0	16,0	9	3,0
21 < X < 30	25	11,3	27,5	29	9,7
31 < X < 40	171	77,4	35,6	254	85,2
Totais	221			298	

Tabela 9 – Resultados da quantidade de rebolos em relação ao número de gemas viáveis e seu tamanho, e suas respectivas quantidades percentuais (amostra do dia 24/10/05)

Tamanho Dos Rebolos (cm)	Quantidade de rebolos	% de rebolos	Tamanho médio dos rebolos (cm)	Número de gemas viáveis	% de gemas viáveis
11 < X < 20	2	1,1	17,5	5	1,4
21 < X < 30	13	7,3	24,8	26	7,1
31 < X < 40	18	10,1	35,4	29	8,0
41 < X < 50	146	81,6	45,1	304	83,5
Totais	179			364	

Para essa posição ser correta, o tamanho do internódio não poderia variar ao longo do colmo. Conceitualmente o número de gemas está diretamente relacionado ao comprimento do colmo e também pelo tamanho do internódio. As Figuras 31 e 32 mostram que as quantidades de gemas viáveis variam independentemente do tamanho do reboło.

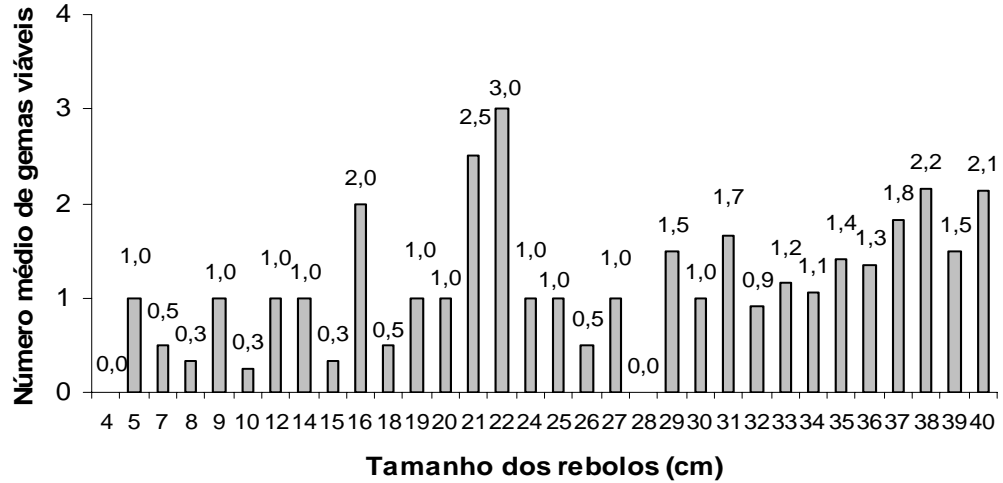


Figura 31 – Correlação entre o número de gemas viáveis e o tamanho de rebolos (amostra de 07.10.05)

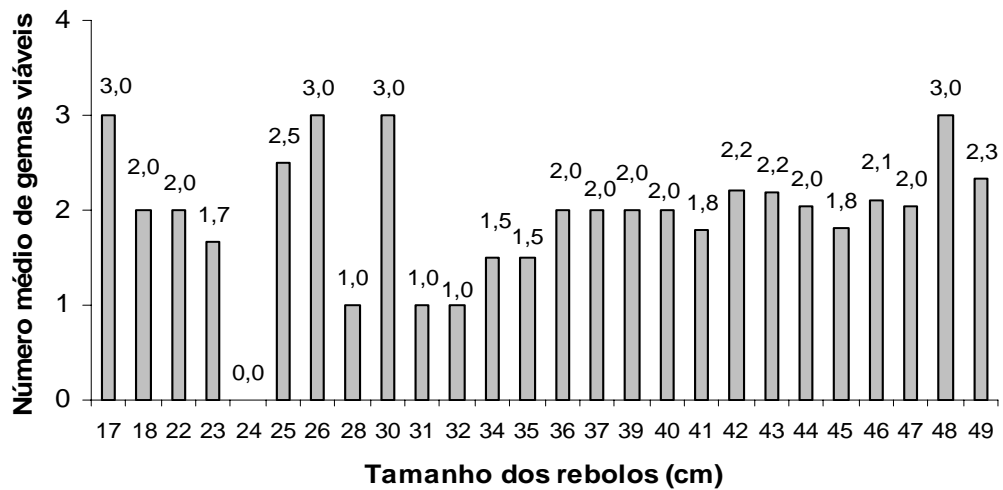


Figura 32 – Correlação entre o número de gemas viáveis e o tamanho de rebolos (amostra de 24.10.05)

Devido à variabilidade demonstrada na Tabela 9, são mostradas nas Figuras 33, 34, 35 e 36, algumas análises de correlações entre específicas variáveis por meio de diversos tipos (tendências):

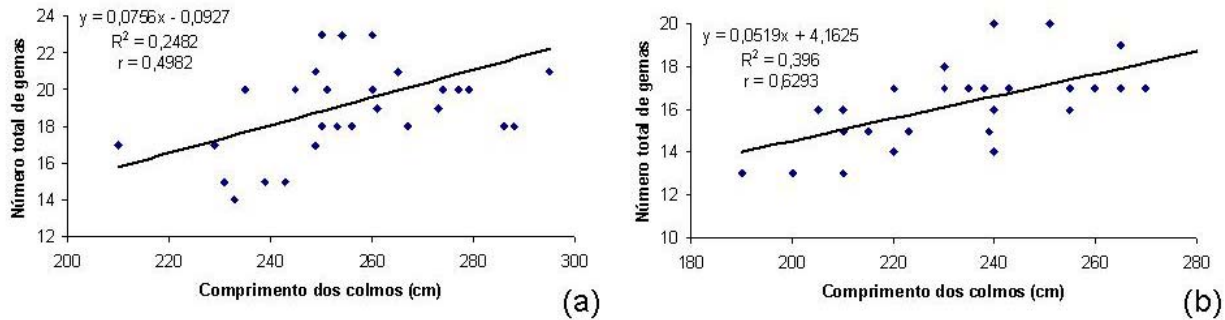


Figura 33 – Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5% de significância entre o número total de gemas e o comprimento dos colmos utilizados como mudas. Amostra de 07/10/05 (a) e amostra de 24/10/05 (b)

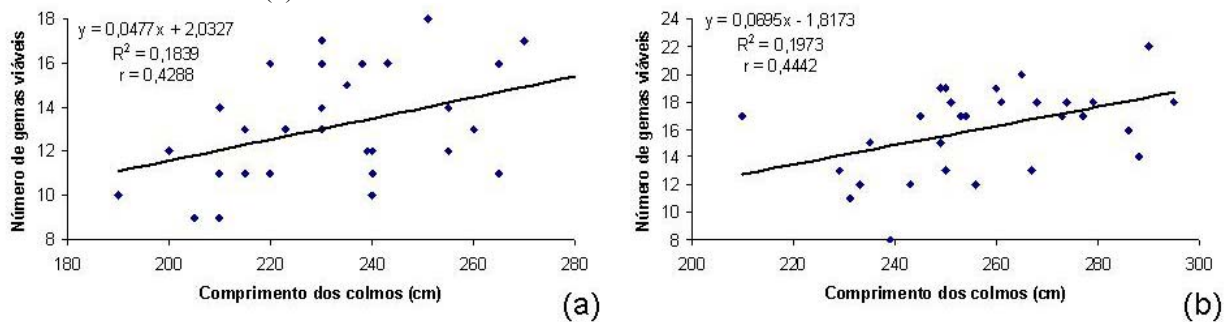


Figura 34 – Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5% de significância entre o número total de gemas viáveis e o comprimento dos colmos utilizados como mudas. Amostra de 07/10/05 (a) amostra de 24/10/05 (b)

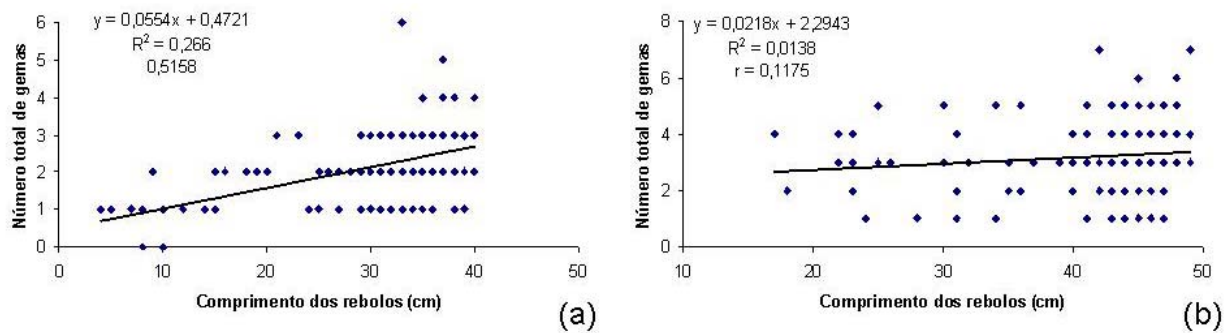


Figura 35 – Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5% de significância entre o número total de gemas e o comprimento dos rebolos utilizados como mudas. Amostra de 07/10/05 (a) e amostra de 24/10/05 (b)

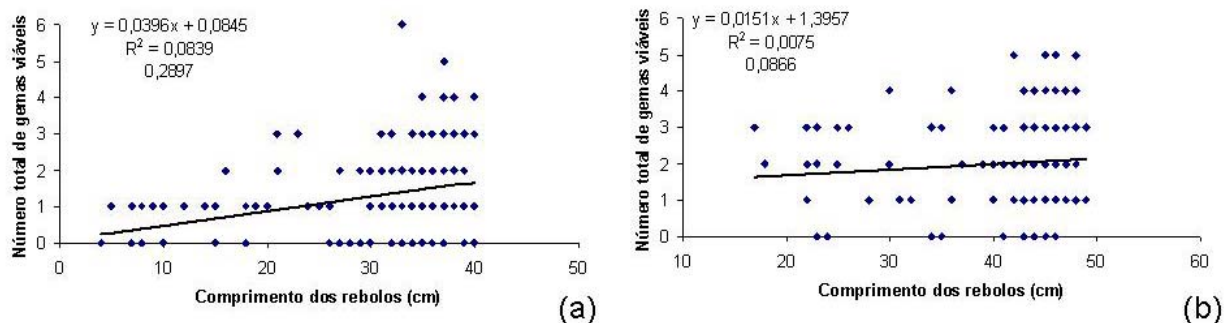


Figura 36 – Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5% de significância entre o número total de gemas viáveis e o comprimento dos rebolos utilizados como mudas. Amostra de 07/10/05 (a) e amostra de 24/10/05 (b)



### 4.3 Sulcos

Em relação as variáveis, profundidade de sulcação e cobertura, a Figura 37 mostra os resultados médios obtidos. Nota-se que ambos os tratamentos apresentaram um comportamento adequado e semelhante.

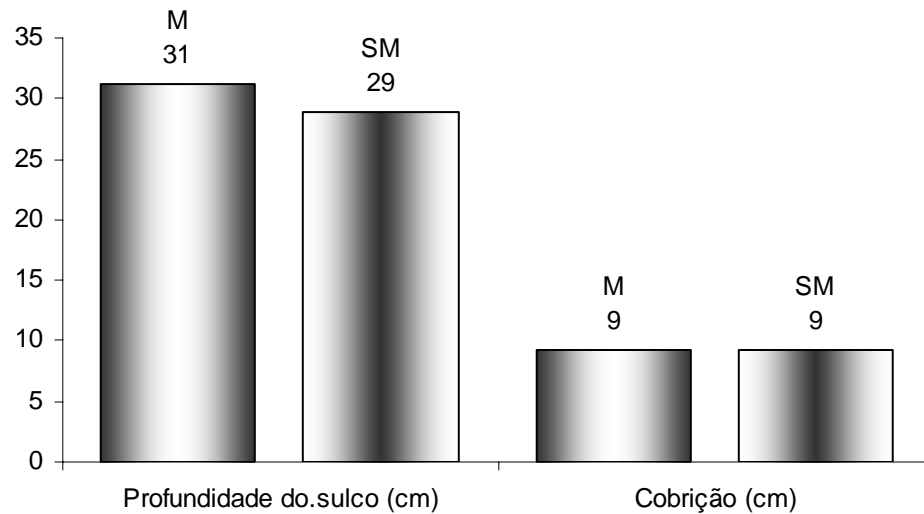


Figura 37– Comparativo entre os tratamentos, mecanizado e o seu correspondente semimecanizado, para as variáveis: profundidade de sulcação (cm) e cobertura (cm)

Brieger & Paranhos (1964), citam que a melhor profundidade de plantio oscila entre 25 e 30 cm, ou seja, nunca maior do que a da aração, para não se incorrer ao erro de se plantar em solo não arado, compactado, que dificultará o desenvolvimento e a penetração das raízes. Já, Paranhos et al. (1976), relacionaram três profundidades de plantio, a 10, 20 e 30 cm, com o solo preparado a 15 cm e a 30 cm. Durante o desenvolvimento inicial, ocorreu ligeira vantagem na brotação do plantio realizada a menores profundidades.

Em linhas gerais, o que pode concluir destes experimentos, é que, se as condições de umidade do solo forem favoráveis, a brotação será boa, independentemente da profundidade. Porém, o sulco mais profundo, em condições desfavoráveis, proporcionaria ao rebolo, melhores condições de umidade. Um outro aspecto é que o sulco profundo contribui para a diminuição da erosão, por colaborar para o decréscimo do deflúvio superficial.

Com relação à cobertura com terra, Christoffoleti (1986) cita que, rebolos cobertos com pequena camada de terra, variando de 2,5 a 7,5 cm, proporcionam melhores brotações. As

vantagens, na brotação, da pequena espessura da camada de terra sobre os rebolos, também foram verificadas por Nickell, citado por Casagrande (1991).

De acordo com Beauclair e Scarpari (2006), as camadas de terra sobre os rebolos estão acima do considerado ideal, (por volta de 7 cm), e certamente, provocará um atraso na velocidade de emergência.

#### 4.4 Número de rebolos e quantidade de gemas por metro de sulco

A Figura 38 mostra que, embora o número de rebolos por metro de sulco, no tratamento mecanizado, tenha sido maior, a quantidade de gemas totais e principalmente, o número de gemas viáveis, foi muito menor quando comparado ao tratamento semimecanizado. Vale lembrar que Paranhos (1972) e Barbieri et al. (1981), que recomendam 12 gemas por metro linear.

No que se refere ao número de rebolos, explica-se pela densidade de plantio, maior no tratamento mecanizado. Quanto ao reduzido número de gemas viáveis, pelos danos, que foram causados por ataque de brocas e pelo fracionamento dos colmos, em rebolos.

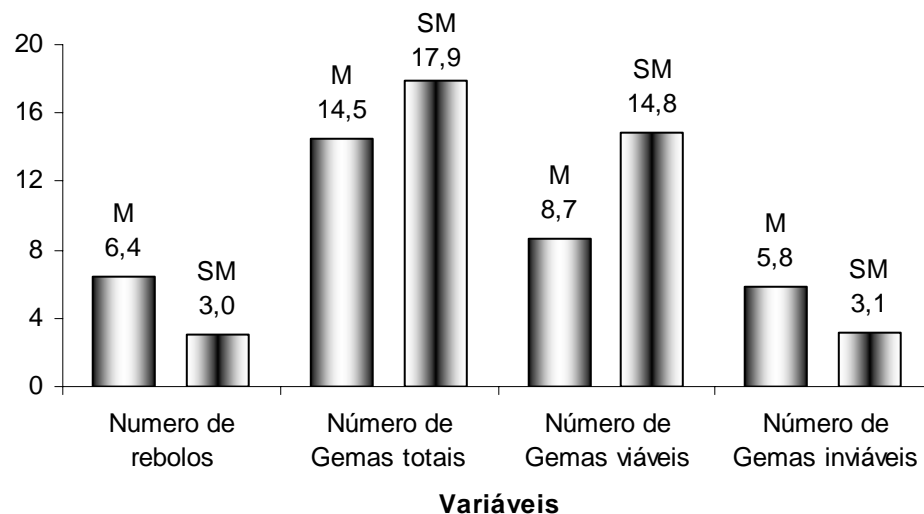
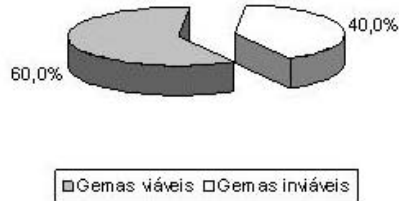


Figura 38 – Resultado das amostragens de número de rebolos, de gemas totais, de gemas viáveis e gemas inviáveis por metro linear de sulco

A Figura 39 quantifica as percentagens de gemas viáveis e inviáveis nos rebolos efetivamente plantados nos dois tratamentos. Nota-se que no tratamento semimecanizado os danos sobre as gemas se restringem aos danos provocados por ataque de broca e pela manipulação das mudas na colheita. No tratamento mecanizado os danos são acrescidos pelos danos mecânicos provocados pelo fracionamento.

Percentagem de gemas . m<sup>-1</sup> de sulco no Tratamento Mecanizado



Percentagem de gemas . m<sup>-1</sup> de sulco no Tratamento Semimecanizado

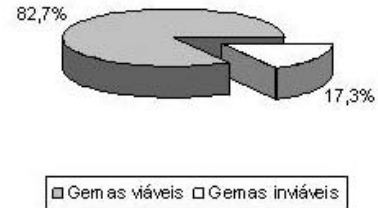


Figura 39 – Quantificação das percentagens de gemas viáveis e inviáveis por metro linear de sulco dos tratamentos mecanizado e semimecanizado

#### 4.5 Estimativa da quantidade de mudas plantadas (densidade de plantio)

Ligada à variedade e à qualidade da muda, diz respeito à quantidade de gemas por metro de sulco. Beauclair e Scarpari (2006), afirmam que atualmente a densidade de plantio adotada na implantação de um canal é de aproximadamente 12 gemas por metro linear, a qual, dependendo da variedade e do seu desenvolvimento vegetativo, corresponde a um gasto de 7 a 10 toneladas de cana por hectare.

Os resultados da densidade de plantio são apresentados na tabela 10, observa-se que, no tratamento semimecanizado, o valor encontrado está dentro dos limites aceitáveis e o mecanizado um pouco acima dos valores proposto pelos autores.

Tabela 10 – Resultados da estimativa de mudas plantadas (t ha<sup>-1</sup>)

Tratamentos	Densidade de plantio (t ha <sup>-1</sup> )
Mecanizado	11,1
Semimecanizado	8,4

#### 4.6 Granulometria e umidade de solo

Na Tabela 11 é mostrado o resultado da análise granulométrica e de umidade obtida nas amostras dos 2 tratamentos e, pode-se afirmar que estas variáveis não tiveram influências diferenciadas, por ocasião em que os plantios foram efetuados.

Tabela 11 – Resultado de análise granulométrica e umidade de solo, na base do sulco, correspondente ensaio da plantadora

Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	Umidade (%)
35,66	22,88	41,46	20,66

#### 4.7 Balanço Hídrico

A Figura 40 apresenta o balanço hídrico determinado 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. Valores considerados ideais na época do plantio, pois não houve nem déficit ou excedente hídrico, proporcionando boas condições de brotação.

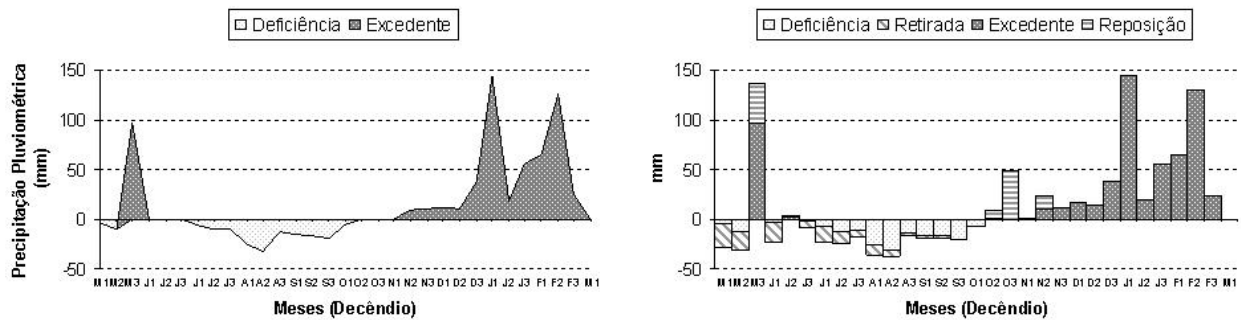
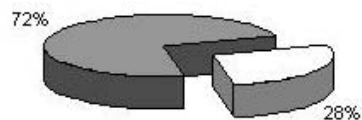


Figura 40 – Representação gráfica do Balanço Hídrico onde se efetuaram os ensaios de campo, por decênio. De M = Maio (2005) a F = Fevereiro (2006). Fonte: Grupo Cosan (unidade Costa Pinto)

#### 4.8 Perfilhos

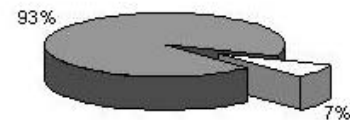
A Figura 41 mostra em ambos os tratamentos o tamanho dos perfilhos ocorrido aos 30 dias do plantio e a Figura 42 quantifica o número de perfilhos emergidos aos 30, 60 e 90 dias após o plantio e o aumento percentual ocorrido entre os períodos de interesse.

Tamanho dos perfilhos aos 30 DAP do tratamento mecanizado



□ Perfilhos < 10 cm ■ Perfilhos > 10 cm

Tamanho dos perfilhos aos 30 DAP do tratamento semimecanizado



□ Perfilhos < 10 cm ■ Perfilhos > 10 cm

Figura 41 – Resultado do tamanho dos perfilhos ocorrido aos 30 DAP

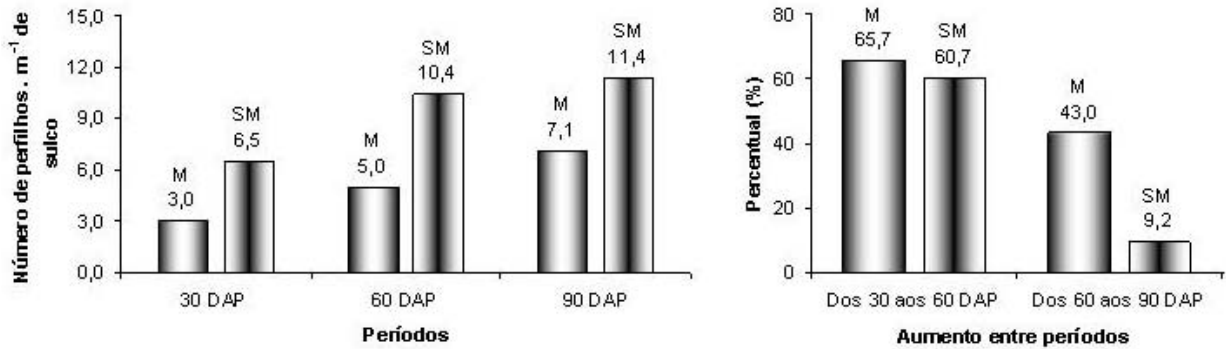


Figura 42 – Resultado do número médio de perfilhos.m<sup>-1</sup> de sulco aos 30, 60 e 90 DAP dos tratamentos mecanizado (M) e semimecanizado (SM)

As mudas plantadas pelo sistema semimecanizado apresentaram um melhor início de brotação e perfilhamento. Já no tratamento mecanizado observa-se um pequeno atraso na brotação devido ao menor número de perfilhos emergidos e, pela maior percentagem destes de tamanho inferiores a 10 cm, medidos aos 30 dias após o plantio.

Uma provável explicação para o atraso na emergência dos perfilhos (as gemas viáveis não emergem com a mesma velocidade) pode ser creditada a dois aspectos: ao menor número de gemas viáveis por rebolos e a influência na brotação devido às diversas posições em que a gema é colocada no solo, no momento do plantio. Comparando-se os tratamentos, enquanto no tratamento semimecanizado ela ocorre de forma organizada, no plantio mecanizado, frequentemente, os rebolos não ficavam na horizontal, como mostra a Figura 43.

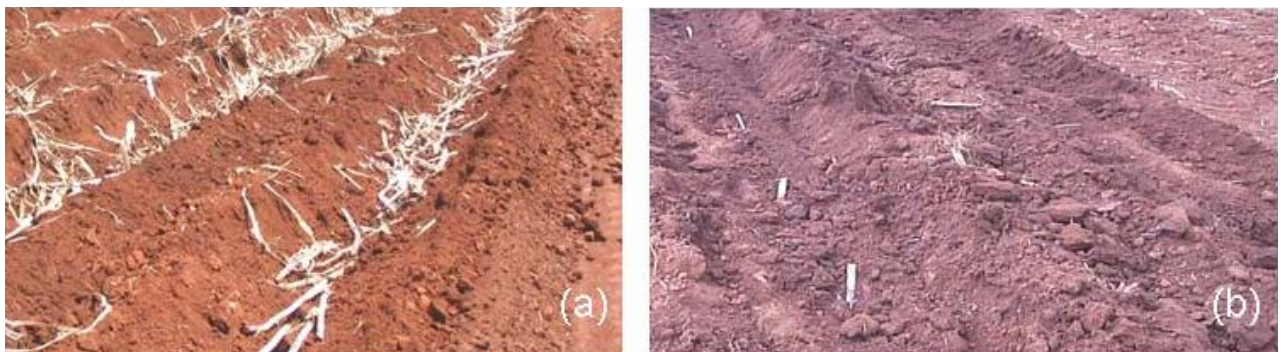


Figura 43 – Deposição dos rebolos no solo. Plantio semimecanizado (a). Plantio mecanizado (b)

As primeiras pesquisas com relação ao número de gemas por rebolo e o seu efeito na brotação foram realizadas por Clements (1940), com a cana-de-açúcar na idade de 10 meses. As

observações foram realizadas com as gemas da base, meio e ápice do colmo e com as gemas colocadas em relação ao solo, voltadas para cima, para baixo e para o lado. Existe, num mesmo colmo, um gradiente de brotação por causa da diferença da idade entre as gemas que vão do ápice (mais novas) às da base (mais velhas). Nickell (1975), citado por Casagrande (1991), também demonstra a influência na brotação, das diferentes posições em que a gema é colocada no solo, no momento do plantio.

Outro fator que pode ter atrasado a brotação é o cobrimento, entretanto, já que não ocorreu diferença na média nessa variável entre os tratamentos, conclui-se que foram semelhantes.

A Figura 42 mostra também, os aumentos percentuais de número de perfilhos  $m^{-1}$ , do 30° ao 60° dia, após o plantio. Observa-se um acréscimo da ordem de 65,7% e 60,7% para o tratamento mecanizado e semimecanizado respectivamente. A mesma análise dos 60° ao 90° dia, todavia, apresenta um acréscimo de 43% para o tratamento mecanizado e de apenas 9,2% para o tratamento semimecanizado, que leva a inferir que o perfilhamento do canavial apresenta maior vigor no período após os 30 dias do plantio e, após este período, continua a emitir perfilhos, embora de maneira bem mais reduzida, mas que refletirá na produtividade agrícola.

#### 4.9 – Falhas

A Tabela 12 e a Figura 44 apresentam os resultados não de amostragens de falhas, mas do total real ocorrido, em cada tratamento, lembrando que, neste estudo, considerou-se falha os espaços vazios, nas fileiras de plantio, maiores que 30 cm e não 50 cm como é mais usual no meio canavieiro. Nela fica claro que o tratamento semimecanizado apresenta um valor, significativamente, menor do que seu correspondente mecanizado.

Tabela 12 – Número e metragens de falhas de cada tratamento ocorrido aos 90 DAP

Tratamentos	Número de falhas	Metragens de falhas
Semimecanizado	615	184,5
Mecanizado	1925	577,5

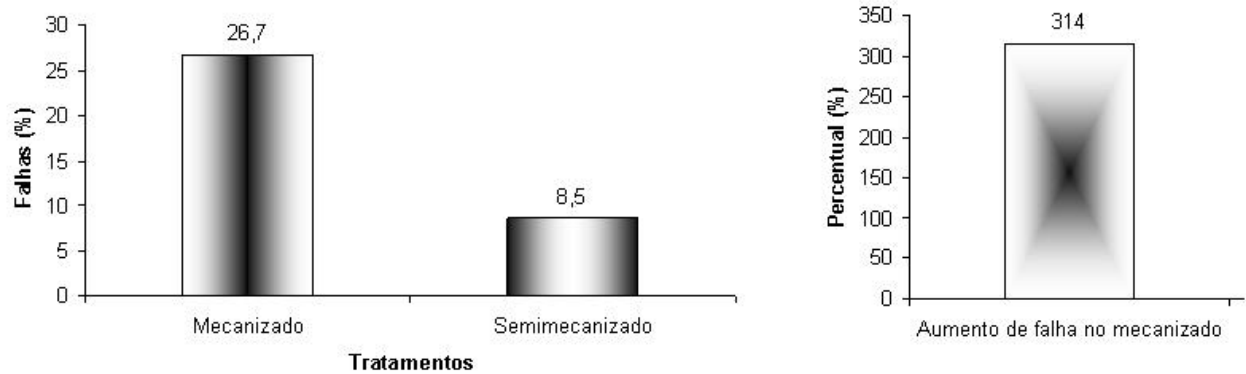


Figura 44 – Percentagem de falhas de plantio (em relação a metragem dos sulcos) aos 90 DAP. Confronto válido entre colunas de mesmas hachuras

Uma provável justificativa para a significativa diferença no percentual de falhas, 314% entre o tratamento mecanizado e semimecanizado, seria o inadequado mecanismo distribuidor de rebolos, que de acordo com Ripoli et al. (2006), não passa de meros mecanismos lançadores de rebolos. Some-se a tais questões, o fato dos resultados em relação ao número de gemas viáveis por metro de plantio.

Para Vitti e Mazza (2002), é necessário fiscalizar corretamente o número de gemas utilizado, devendo situar-se entre 12 e 16 gemas por metro (dependendo da variedade e/ou época de plantio), salientando que a falta de gemas estabelece por 5 a 6 anos um canal com falhas, enquanto o excesso onera demasiadamente o custo do plantio.

Portanto, pelo índice de falhas proposto por Stolf et al. (1986), a qualidade do plantio do tratamento semimecanizado pode ser classificada como excelente e a do tratamento mecanizado como regular (médio).

Na Tabela 13 são apresentadas às estimativas de mudas plantadas por unidade de área e o percentual de falhas de cada tratamento. No confronto dessas informações observa-se que a densidade de plantio não interferiu na percentagem de falhas encontradas, ou seja, o aumento da densidade de plantio não acarretou uma percentagem menor de falhas.

Tabela 13 – Comparação entre a densidade de plantio e o percentual de falhas ocorrido aos 90 DAP

Tratamentos	Massa de Mudas (t ha <sup>-1</sup> )	Falhas (%)
Semimecanizado	8,4	8,5
Mecanizado	11,1	26,7

A Tabela 14 apresenta as médias do número de falhas ocorridas em cada tratamento, com

o intuito de se efetuar a análise de variância com teste de Tukey, para verificar se as diferenças ocorridas nesta variável foram significativas ou não entre os tratamentos. Os coeficientes de variação e desvios padrão ocorridos entre os tratamentos foram menores no tratamento semimecanizado, indicando maior homogeneidade de plantio.

Tabela 14 – Resultado da análise de variância, pelo Teste de Tukey, a 1% de significância, do número médio de falhas em cada tratamento

Tratamentos	Média do número de falhas*	D.P	C.V
Semimecanizado	51,3 A	5,2	10,1
Mecanizado	160,4 B	17,2	10,7

D.P.= desvio padrão e C.V. = coeficiente de variação. \*Médias com mesmas letras não diferem entre si, considerando-se somente dentro dos grupos de confronto.

#### 4.10 Avaliação operacional do sistema semimecanizado

As operações de sulcação, distribuição de mudas, picamento de colmos e cobertura dos sulcos que envolveram o tratamento semimecanizado foram cronometrados e seus resultados médios apresentados na Tabela 15, na distância padrão de 200 m.

Tabela 15 – Resultados de tempos e desempenho do sistema semimecanizado de plantio

Operações	Te (min:s)	Vm (km h <sup>-1</sup> )	Tm (min :s)	Et (%)	CE (ha h <sup>-1</sup> )
Sulcação ( 3 hastes)	10:44	6,7	00:59	90,8	3,0
Distribuição de mudas ( 4 operários)	11:04	1,9	01:25	87,2	0,9
Picamento (6 operários)	06:00	-	-	-	1,8
Cobertura de sulcos (2 cobridores)	01:15	9,6	00:19	74,7	4,3

Te = tempo efetivo; Vm = velocidade média, Tm = tempo de manobra, Et = eficiência de tempo e CE = Capacidade efetiva.

#### 4.11 Raio e espaço de giro

Os resultados mostrados nas Tabelas 16 e 17, referentes ao perímetro eficaz da roda de sustentação e raio de giro, respectivamente, foram determinados por se tratar de variáveis necessárias para obtenção precisa das velocidades de deslocamento durante os plantios e ensaio de tração.

Tabela 16 – Perímetro eficaz (m) determinados dos rodados de plantadoras e fontes de potência

Máquinas	Modelos	Perímetro eficaz
Santal	PCP2	3,73
Trator Massey Ferguson	MF 6360, 4x2 TDA de 220 cv.	5,48
Trator Valtra	BH 180, 4x2 TDA de 180 cv	5,34
Civemasa*	PCSA 2/2	2,44

(\*) Dados referentes à plantadora Civemasa – Fonte: Janini (2007), usados para análise comparativa.



Tabela 17 – Resultados de raio e espaço de giro determinados pelos conjuntos (MF 6360 + plantadora)

Máquinas	Raio de giro (m)	Espaço de giro (m)
Santal PCP2	5,10	7,40
Civemasa PCSA 2/2*	6,70	10,1

(\*) Dados referentes à plantadora Civemasa – Fonte: Janini (2007), usados para análise comparativa.

Obviamente que os dados apresentados nas Tabelas 16 e 17 somente são válidos quando considerados para as respectivas fontes de potência utilizadas. Mudando-se estas, com certeza ocorrerão variações, que dependerão, além do sistema de engate da máquina à fonte de potência (na barra de tração ou no engate de 3 pontos), da própria capacidade de esterçamento do trator e do comprimento das barras inferiores do engate de 3 pontos.

Em relação aos raios de giro, as máquinas, devido suas características de engate e distâncias entre seus componentes mais próximos ao trator, não permitiu que esta determinação fosse obtida com as rodas das fontes de potências esterçadas ao máximo possível.

#### 4.12 Percurso em manobras de cabeceiras

A Tabela 18 apresenta os valores os médios do tempo necessário para se efetuar as manobras de cabeceiras. Pode-se afirmar que a largura de carregadores não é fator limitante para as manobras necessárias para as operações de plantio, nem as diferenças entre os tempos consumidos são marcantes.

Tabela 18 – Tempos médios de percurso de manobras de cabeceiras determinados na área de plantio

Máquina	Tempo médio da Manobra 1 (s)	Tempo médio da Manobra 2 (s)
Santal PCP2	46	51
Civemasa PCSA 2/2*	64	66

Manobra 1 = refere-se às manobras em forma circular, sem limitação de largura de carregador. Manobra 2 = refere-se às manobras convencionais limitadas pela largura do carregador. (\*) Dados referentes à plantadora Civemasa – Fonte: Janini (2007), usados para análise comparativa

#### 4.13 Força de tração e potência

A Norma ASAE EP391 (1983), diz respeito às relações de perda de potência bruta do motor até a barra de tração, levando-se em conta o tipo de rodado e a condição de solo (Figura 25). Neste estudo, partiu-se da determinação de força de tração na barra, a estimativa de potência no motor foi efetuada de maneira inversa ao apresentado na Figura 25, ou seja, partindo-se da

condição de solo (neste caso, solo solto e trator 4x2 TDA = 0,65).

A Figura 45 apresenta os resultados gráficos das forças e potências nas barras de tração e consumo efetivo de combustível para a plantadora Santal PCP2.

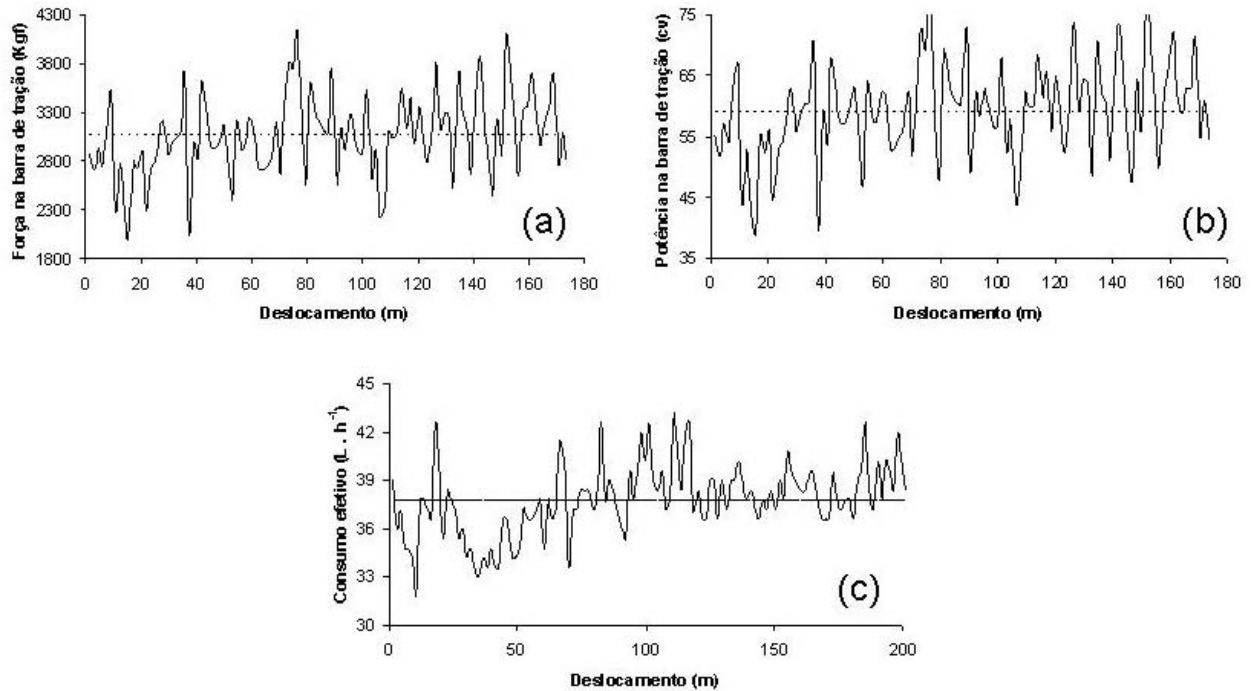


Figura 45 – Gráfico de variação de força (a) e da potência (b) na barra de tração (Kgf) e do consumo efetivo horário (c) em função do deslocamento do conjunto (MF 6360 + plantadora Santal PCP2)

A Figura 46 apresenta resultados do plantio semimecanizado no que diz respeito à operação de sulcação com 3 hastes. E a Figura 47, a correspondente extrapolação para duas hastes a fim de se permitir o confronto com a plantadora, que operam efetuando dois sulcos por tiro.

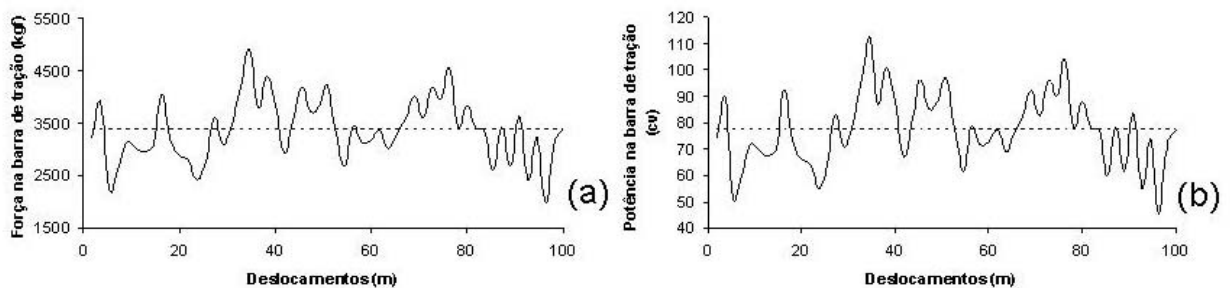


Figura 46 – Gráfico de variação de força (a) e de potência (b) na barra de tração (Kgf) em função do deslocamento do conjunto (Valtra BH 180 + Sulcador) na operação (3 hastes) do plantio semimecanizado

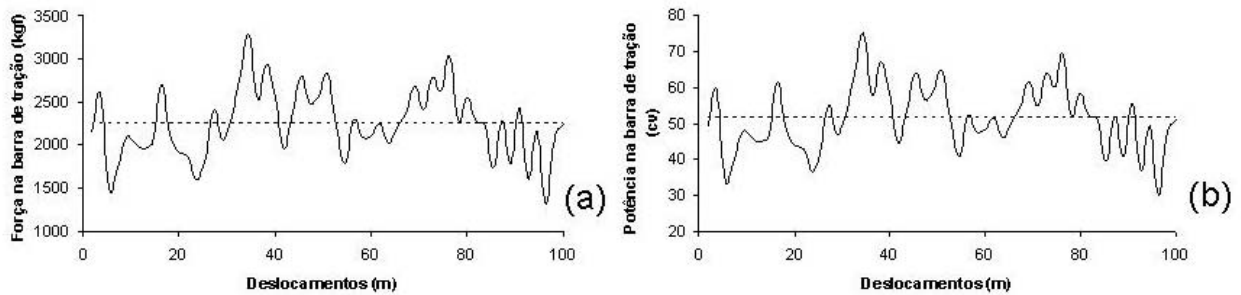


Figura 47 – Gráfico de variação de força (a) e de potência (b) na barra de tração (Kgf) em função do deslocamento do conjunto (Valtra BH 180 + Sulcador) na operação (2 hastes) do plantio semimecanizado

A Figura 48 apresenta o confronto entre as forças de tração exigidas do tratamento mecanizado (conjunto agrícola: fonte de potência + plantadora) e do tratamento semimecanizado através da operação de sulcação convencional (3 hastes), e a correspondente extrapolação para 2 hastes.

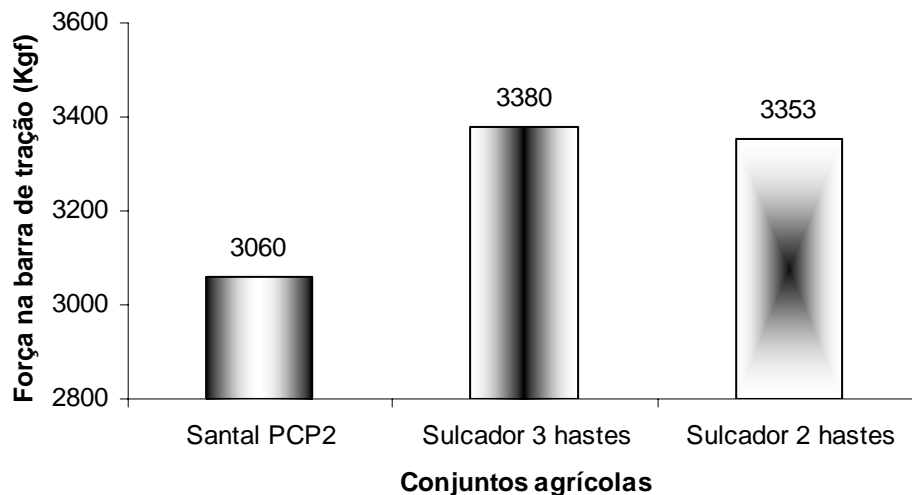


Figura 48 – Comparação entre a força na barra de tração ou engate de 3 pontos (FTb), exigida entre os conjuntos. S3 = sulcador, plantio convencional, com 3 hastes; S2 = sulcador, plantio convencional, com 2 hastes

A Figura 49 apresenta as médias efetivas obtidas de velocidade de trabalho e a Figura 50, a potência na barra de tração, às quais aplicadas na equação (5) que também recebeu valores correspondentes e constantes na Figura 31, resultaram nos dados a seguir.

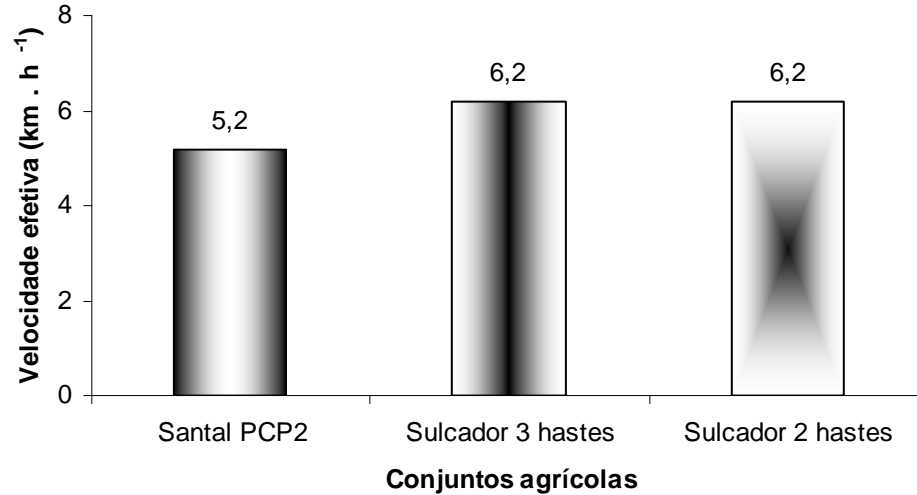


Figura 49 – Comparações entre as velocidades efetivas desenvolvidas pelos conjuntos nas operações de plantio. S3 = sulcador, plantio convencional, com 3 hastes; S2 = sulcador, plantio convencional, com 2 hastes

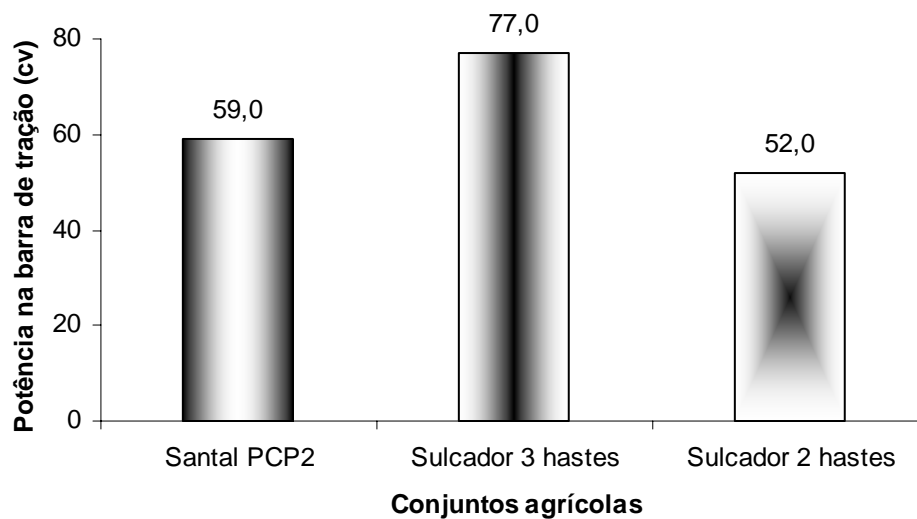


Figura 50 – Comparações entre as potências na barra de tração pó engate de 3 pontos (Pb) exigidas pela pelos conjuntos. S3 = sulcador, plantio convencional, com 3 hastes; S2 = sulcador, plantio convencional, com 2 hastes

Segundo Ripoli et al. (2006), o artifício utilizado para se estimar a força de tração para a sulcação convencional com duas hastes, para fins de comparação com mesmo número de sulcadores das plantadoras, apresenta certa incorreção, pois, não foram levadas em conta as resultantes do efeito interferência entre elas, que é diferente quando se têm 3 ou 2 hastes em operação.

Ressalte-se que os resultados apresentados na Figura 51, às potências exigidas pelas

plantadoras não levam em consideração as potências consumidas para os acionamentos dos vários mecanismos hidráulicos por elas apresentados. Esta determinação não foi efetuada em vista de, na ocasião dos ensaios, não ter sido possível a disponibilização de fluxômetros e manômetros adequados e demais equipamentos de mensuração para tal fim.

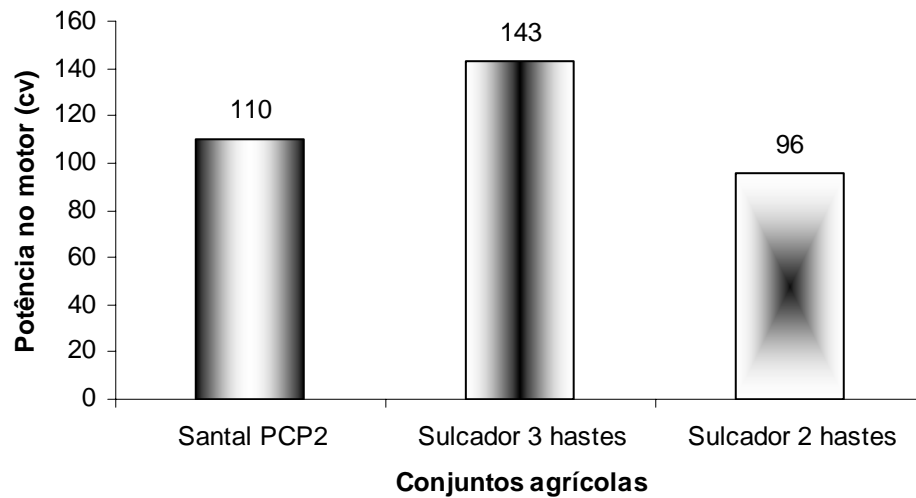


Figura 51 – Comparação entre potências estimadas no motor ( $P_{motor}$ ), exigidas pelos conjuntos para tração. S3 = sulcador, plantio convencional, com 3 hastes; S2 = sulcador, plantio convencional, com 2 hastes, com base na norma ASAE EP391 (1983)

Desta forma, tomaram-se os valores indicados pelos fabricantes, conforme explicitado nas especificações técnicas da plantadora de cana picada Santal PCP2 no (Tópico 3.2.2), ou seja, conforme mostrados na Tabela 19.

Tabela 19 – Potência estimada consumida por motor para acionamento da plantadora

Máquina	Quantidade de motores hidráulicos	Potência consumida por motor (cv)	Total (cv)
Santal PCP2	4	12	48

Portanto, acrescentando estes valores estimados de potência consumida pelos motores hidráulicos às potências nos motores dos tratores determinadas (Figura 68), chega-se aos valores apresentados na Tabela 20.

Tabela 20 – Estimativas das potências consumidas para operação da plantadora para tração e motores hidráulicos

Tratamento	Máquinas	Tração	Motores hidráulicos (cv)	Total (cv)
Mecanizado	Santal PCP2	110	48	158

O valor total da potência consumida para operação da plantadora (158 c.v) está 12%

abaixo da indicada pelo fabricante, o qual sugere uma potência mínima necessária de 180 no motor.

O trator da Massey Ferguson utilizado nos ensaios apresentava uma potência bruta no motor de 220 cv, e para as condições de solo (granulometria e graus de umidade e de compactação) onde ocorreram os estudos encontravam-se superdimensionadas (em 28%), bem como, para as velocidades efetivas adotadas.

De acordo Ripoli et al. (2006), a provável explicação para esta recomendação e aplicação nos estudos prende-se ao fato de que, até o momento da realização destes ensaios padronizados, desconhecia-se tais parâmetros com base em determinações como as efetuadas, cujos valores aqui estimados, são para solos relativamente pesados, conforme análise granulométrica e de umidade das amostras de solo tomadas após a realização dos ensaios. Explica ainda que, em solos mais leves, a exigência de potência, seguramente, será menor.

A Tabela 21 resume os valores das Figuras 58 a 64. Cabe esclarecer que o elevado resultado de consumo refere-se ao consumo efetivo, dentro dos intervalos de velocidades e de força de tração padrão e de rotações do motor, adotados nos ensaios.

Tabela 21 – Valores médios de força de tração na barra (FTb), velocidades efetivas (Vef), potência na barra de tração (Pb) e consumo horário de plantio (Ce)

Máquinas	Ftb (Kgf)	Vef. de tração (km h <sup>-1</sup> )	Vef. de plantio (km h <sup>-1</sup> )	Pb (cv)	Ce (L h <sup>-1</sup> )
Santal PCP2	3060	5,2	5,5	59	37,8
Sulcador para 3 sulcos (*)	3380	6,2	4,5	77	-
Sulcador para 2 sulcos (**)	2253	6,2	4,5	52	-
Civemasa PCSA 2/2(***)	3373	5,0	4,6	63	40,24

(\*) Utilizado no plantio semimecanizado, informado para fins de referência, (\*\*) Ajustado para permitir confronto e com as plantadoras, (\*\*\*) Dados referentes à plantadora Civemasa – Fonte: Janini (2007), usados para análise comparativa.

A plantadora Civemasa exigiu um esforço tratório médio (3300 kgf) próximo ao do sulcador, de 3 fileiras (3380 kgf), utilizado no plantio semimecanizado. Por sua vez este sulcador, para duas fileiras exigiu 2253 kgf. Pode-se, portanto, inferir que o atrito de rolamento da plantadora Civemasa (decorrente de seu peso com carga e do tipo de rodado associado às condições de deformação, tensão e resistência do solo, entre outras de suas características dinâmicas) foi o responsável pela diferença entre os valores 3300 kgf e 2253 kgf, ou seja, 1047 kgf, na força de tração exigida pela plantadora. Mesmo raciocínio entre os valores 3060 Kgf e 2253 kgf, ou seja, 807 kgf na força exigida pela plantadora Santal.

Ripoli et al. (2006) explica que, é de domínio público que para mesmas condições de solo

(granulometria, nível de compactação ou adensamento e umidade) quanto menor for à área de ataque de um sulcador a exigência tratorial é menor, e mais, que hastes curvas também diminuem tal exigência.

#### 4.14 Consumo efetivo de combustível

A Tabela 22 mostra o consumo médio efetivo de combustível, para o conjunto agrícola (plantadora + trator MF) e resultado da análise de variância ao nível de 1% de significância, pelo Teste de Tukey, onde fica claro que o consumo de combustível foi diretamente resultante do tipo de fonte de potência utilizada, ou seja, para as condições de campo dos ensaios, o fator plantadora não interferiu nesta variável. Assim, torna-se claro a necessidade de se adequar corretamente o trator a ser escolhido.

Tabela 22 – Resumo da análise estatística para a variável Consumo Efetivo ( $L h^{-1}$ )

Conjunto agrícola (Plantadora + trator )	Média de consumo efetivo ( $L \cdot h^{-1}$ )
Santal + trator (Sa + MF)	38,11 A
Civemasa + trator (Cg + MF)*	40,24 A

MF = Massey Ferguson; Sa = Santal PCP2 e Cg = Civemasa PCSA 2/2. (\*) Dados referentes à plantadora Civemasa – Fonte: Janini (2007), usados para análise comparativa..

#### 4.15 Capacidade Efetiva

A Tabela 23 mostra os resultados para a variável Capacidade Efetiva e tempos de manobra e a análise de variância ao nível de 1% de significância, pelo Teste de Tukey. Nela a plantadora Santal apresentou os melhores resultados, deferindo estatisticamente da plantadora da Civemasa

Tabela 23 – Resumo da análise estatística referente a variável Capacidades Efetivas (CE) e limites de tempos médios de manobras de cabeceiras sob as condições padrões dos ensaios, durante o plantio

Máquina	CE ( $ha h^{-1}$ )	Tempo de manobra 1 (s)	Tempo de manobra 2 (s)
Santal PCP2	1,62 A	46	51
Civemasa PCSA 2/2 (*)	1,38 B	66	64

Manobra 1 = refere-se às manobras em forma circular, sem limitação de largura de carreador. Manobra 2 = refere-se às manobras convencionais limitadas pela largura do carreador. (\*) Dados referentes à plantadora Civemasa – Fonte: Janini (2007), usados para análise comparativa.

#### 4.16 Custo estimado

O valor de aquisição da plantadora foi fornecido pela Santal Equipamentos S/A. Os tratores utilizados e seus respectivos valores de aquisição, à vista, foram fornecidos por seus revendedores de Piracicaba, como se segue, na Tabela 24.

Tabela 24 – Valor de aquisição das máquinas

Máquinas	Valor de aquisição (R\$)	Valor de aquisição (US\$)*
Santal PCP2	212.000,00	92.174,00
Trator Massey Ferguson	274.800,00	119.478,00
Trator Valtra	150.000,00	65.217,00
Civemasa PCSA 2/2 (**)	150.000,00	65.217,00

(\*) - US\$ 1 = R\$ 2,30 em outubro de 2005). (\*\*) Dados referentes à plantadora Civemasa – Fonte: Janini (2007), usados para análise comparativa.

Com base nos valores de aquisição à vista das máquinas, nas estimativas de peças de reposição por safra, informados pelos fabricantes, nos valores obtidos no campo de consumo horário de combustível e de Capacidades Efetivas determinadas, o primeiro grupo de análises de custos, apresentados na Figura 52, obedeceram às metodologias propostas por Mialhe (1974), Balastreire (1987).

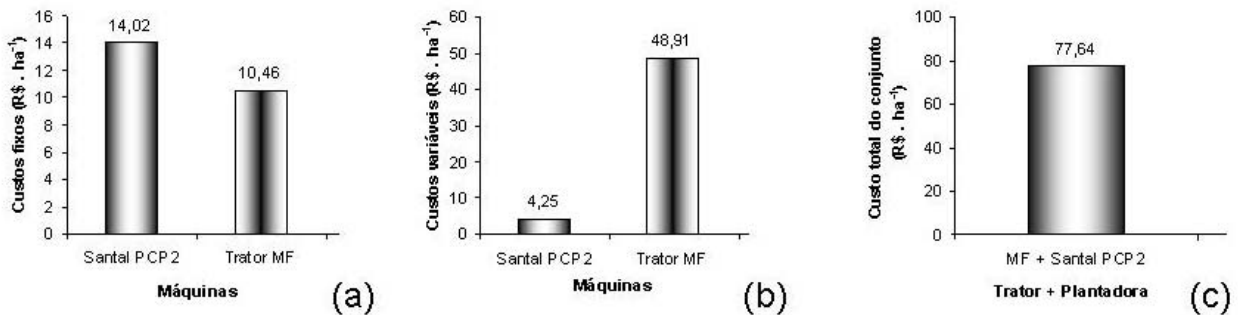


Figura 52 – Resultados dos custos do tratamento mecanizado. Custos fixos ou de propriedade da plantadora e trator (a). Custos variáveis em função da utilização da plantadora e do trator (b). Custos totais efetivos estimados para o conjunto mecanizado (c)

As Tabelas 25 e 26 mostram os resultados da análise de variância, pelo Teste de Tukey, para a variável Custo efetivo (só para as plantadoras), ao nível de 5% de significância, e para a



variável Custo total de cada conjunto, ao nível de 1 e 5% de significância. Em todas as análises as máquinas deferiram entre si.

Tabela 25 – Resumo da análise estatística referente a variável Custo efetivo, apenas, das plantadoras (R\$ ha<sup>-1</sup>)

Máquinas	Custos Efetivos	Significância a 1%
Santal PCP2	18,27	A
Civemasa PCSA (*)	22,77	B

(\*) Dados referentes à plantadora Civemasa – Fonte: Janini (2007), usados para análise comparativa. Médias com mesmas letras não diferem entre si.

Tabela 26 – Resumo da análise estatística referente a variável Custo efetivo, dos conjuntos máquina + fonte de potência (R\$ ha<sup>-1</sup>)

Máquinas	Custos Efetivos	Significância a 5%	Significância a 1%
Santal PCP2	77,6	A	A
Civemasa PCSA (*)	95,7	B	B

(\*) Dados referentes à plantadora Civemasa – Fonte: Janini (2007), usados para análise comparativa. Médias com mesmas letras não diferem entre si.

A Figura 53 apresenta o confronto dos custos efetivos estimados e o índice percentual (tomando-se o custo do tratamento semimecanizado R\$ 216,20 fornecido pela Cosan-Costa Pinto que apresentou maior custo, como índice 100), entre os tratamentos mecanizados e semimecanizados, considerando uma eficiência de campo de 70%.

Cabe lembrar que o custo das mudas não está incluído no custo total do tratamento mecanizado

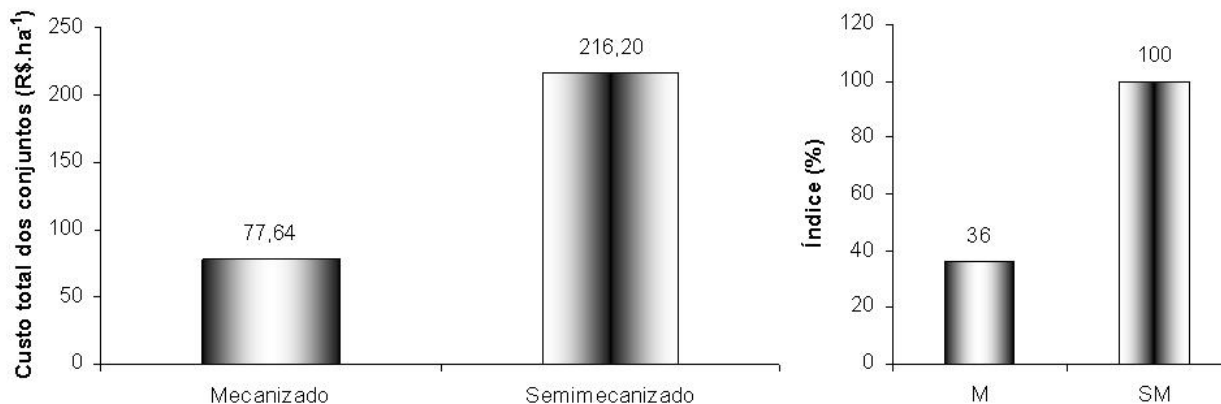


Figura 53 – Confronto entre custos efetivos de plantio mecanizado e o semimecanizado adotado pela COSAN

A Figura 54 apresenta as estimativas de custos operacionais em função de diferentes Eficiências de Campo, as quais vão depender de aspectos gerenciais, de tamanho e formato de talhões, das capacidades reais dos depósitos de mudas e de habilidades de operadores das várias máquinas envolvidas num dado sistema de plantio e suas sincronizações entre as operações e etapas envolvidas.

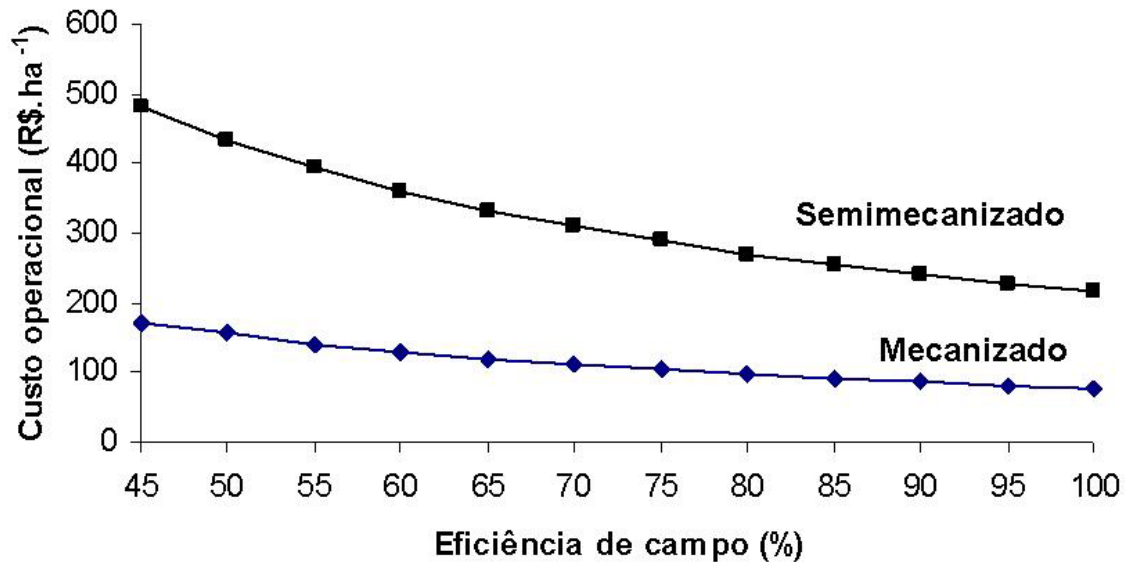


Figura 54 – Estimativas de custos operacionais dos conjuntos em função de diferentes Eficiências de Campo (%) comparados com sistema semimecanizado (SM)

Ripoli et al. (2006), alerta que para se obter uma Eficiência de Campo da ordem de 75%, ou maior neste tipo de operação, é necessário uma equipe muito bem treinada. Trata-se de um desafio gerencial.

#### 4.17 Biometria dos colmos da colheita

A biometria da cana planta, antes da queima, forneceu os resultados apresentados na Tabela 27 numa comparação entre o tratamento mecanizado e semimecanizado.

Tabela 27 – Resultados médios de biometria da cana colhida crua dos tratamentos mecanizado e semimecanizado

Variáveis	Mecanizado			Semimecanizado		
	Médias	D.P.	C.V (%)	Médias	D.P.	C.V (%)
Comprimento dos colmos (m)	2,08	0,22	10,81	2,16	0,27	12,37
Diâmetro médio de colmos (cm)	2,46	0,25	9,97	2,54	0,27	10,78
Peso médio de colmos (kg)	1,24	-	-	1,27	-	-
Número de internódios . colmo <sup>-1</sup>	16,33	2,39	14,64	15,60	2,68	17,15
Número de gemas viáveis . colmo <sup>-1</sup>	15,98	2,34	14,64	15,18	2,61	17,17
Número de gemas inviáveis . colmo <sup>-1</sup>	0,35	0,58	164,89	0,42	0,62	148,48
Número total de gemas . colmo <sup>-1</sup>	16,33	2,39	14,64	15,60	2,68	17,15
% gemas viáveis . colmo <sup>-1</sup>	97,93	3,39	3,46	97,37	3,92	4,02

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

Na Figura 55, as correlações entre as variáveis número de gemas colmo<sup>-1</sup> e comprimento de colmos tiveram por base 60 colmos amostrado para cada tratamento. Observa-se que a correlação do tratamento mecanizado não é tão forte (70,55%), quando comparada ao tratamento semimecanizado (88,37%), esta considerada uma boa correlação.

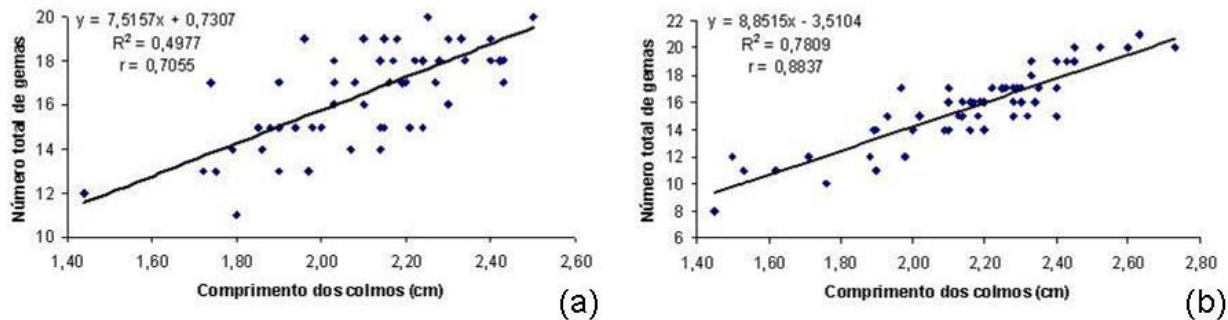


Figura 55 – Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5% de significância entre o número total de gemas e o comprimento dos colmos colhidos. Tratamento mecanizado (a); Tratamento semimecanizado (b)

A Figura 56 mostra que para esta variedade, o aumento do comprimento dos colmos, no tratamento semimecanizado, refletiu mais em internódios mais longos do que em maior número de internódios, portanto, com menor número de gemas.

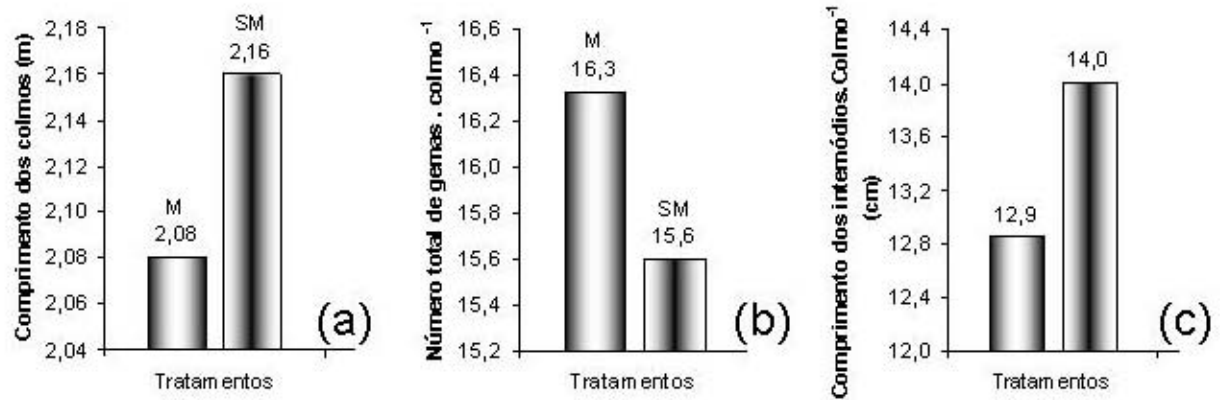


Figura 56 – Confronto entre as variáveis: comprimento dos colmos (a); número total de gemas.colmo<sup>-1</sup> (b) e comprimento dos internódios.colmo<sup>-1</sup> (c) em ambos os tratamentos

A Figura 57 mostra diferenças significativas entre o número de gemas viáveis nos colmos usadas como mudas (Tabela 3) e nos colmos da cana planta colhida (Tabela 20).

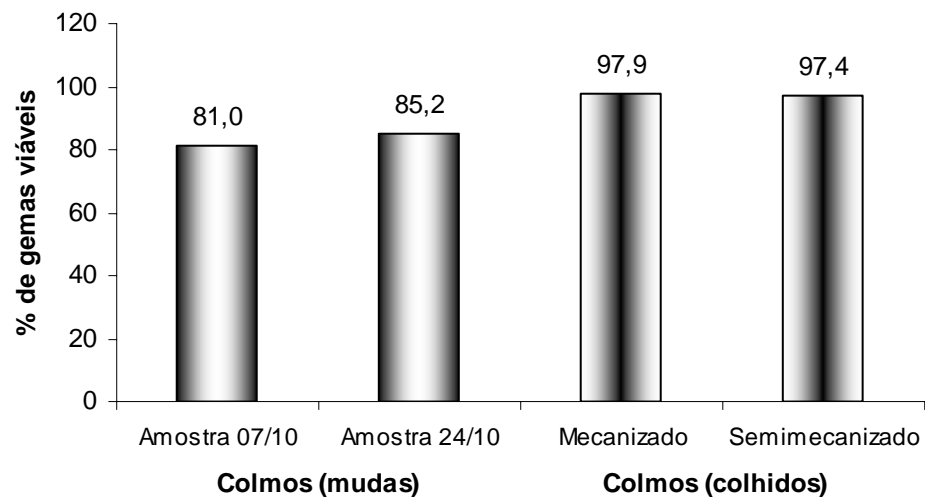


Figura 57 – Diferenças entre o número de gemas viáveis no confronto entre colmos utilizados como mudas e os colhidos

Na Tabela 28, os atributos biométricos referentes aos tratamentos mecanizados e semimecanizados, foram analisados estatisticamente e os seus valores comparados pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância.

Tabela 28 – Resultados do Teste de Tukey referentes aos atributos biométricos para ambos os tratamentos

Tratamentos	Comprimento do colmo (m)	Diâmetro do colmo (cm)	Número de gemas totais . colmo <sup>-1</sup> (cm)	Número de gemas viáveis . colmo <sup>-1</sup> (%)
Mecanizado	2,16 A	2,54 A	15,60 A	97,37 A
Semimecanizado.	2,08 A	2,46 A	16,33 A	97,93 A

Médias com mesmas letras não diferem entre si.

Para todas as variáveis: comprimento e diâmetro de colmos, número de gemas total ou viável e número de colmos industrializáveis demonstram que os sistemas mecanizados ou semimecanizado analisados não apresentaram interferência, ao nível de 5% de significância.

#### 4. 18 Número de colmos industrializáveis

A Figura 58 permite a comparação das amostragens efetuadas entre os tratamentos considerando as médias ocorridas nas repetições em relação a variável número de colmos obtidos por hectare plantados.

Observam-se, as falhas de plantio refletindo na produtividade agrícola (t ha<sup>-1</sup>), devido ao menor número de colmos industrializáveis no tratamento mecanizado.

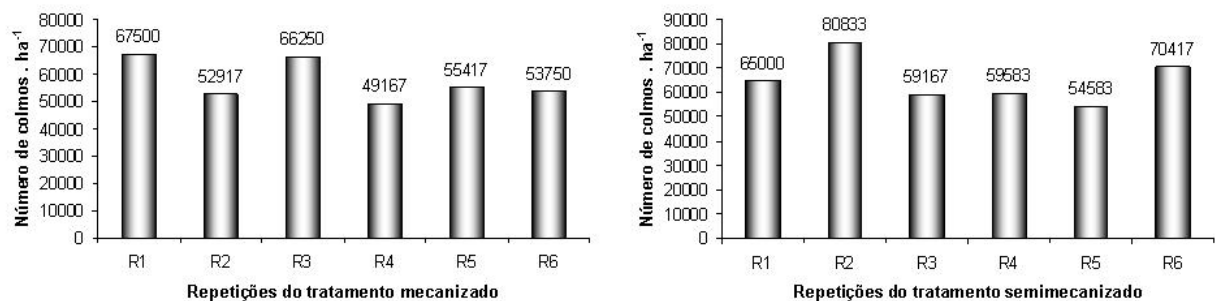


Figura 58 – Comparação entre os tratamentos das amostragens (repetições) efetuadas em relação ao número médio de colmos ha<sup>-1</sup>

Na Tabela 29, a variável número de colmos por hectare quando analisados e comparados pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância mostra que, o tratamento mecanizado e seu correspondente semimecanizado não diferem entre si.

Tabela 29 – Confronto entre os tratamentos das amostragens efetuadas em relação ao número médio de colmos ha<sup>-1</sup>

Tratamentos	Número de colmos ha <sup>-1</sup> (colmos ha <sup>-1</sup> )	D.P	C.V (%)
Mecanizado	57500 A	11336	19,71
Semimecanizado	64931 A	12698	19,56

Médias com mesmas letras não diferem entre si.

#### 4.19 Caracterização do porte do canavial

Os resultados obtidos para porte do canavial são apresentados através da Figura 59.

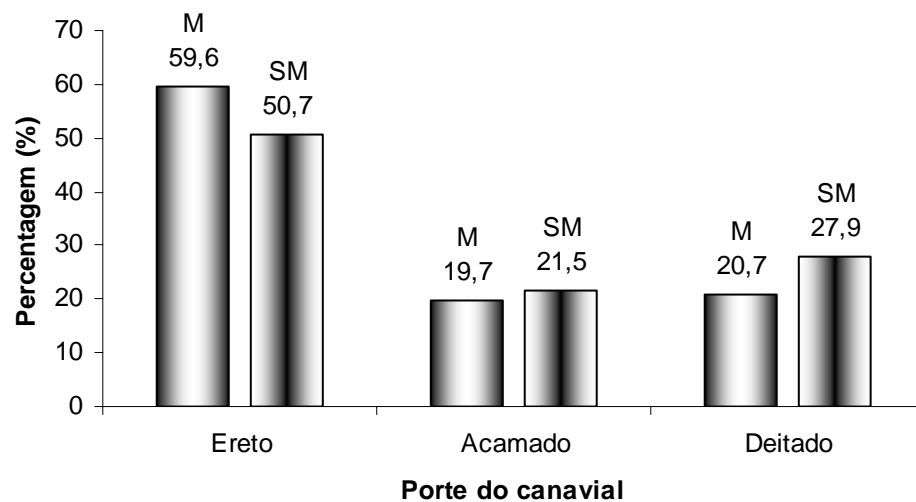


Figura 59 – Caracterização do porte do canavial para os tratamentos mecanizado e semimecanizado

Segundo Ripoli et al. (1977), significa que os portes para os canaviais dos dois tratamentos estudados, devem ser considerados eretos.

#### 4.20 Produtividade agrícola

Pela Figura 60 observa-se o que era esperado, ou seja, as falhas de plantio refletindo na produtividade agrícola (t ha<sup>-1</sup>). Observa-se que todas as repetições do tratamento semimecanizado sempre apresentaram valores de produtividade agrícola maiores que seu correspondente mecanizado.

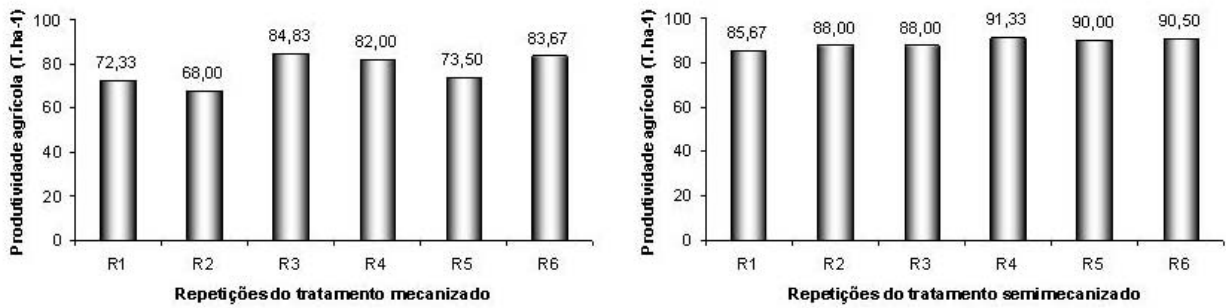


Figura 60 – Confronto entre as repetições do tratamento mecanizado e semimecanizado quanto a variável produtividade agrícola

Outras variáveis, no entanto, influenciaram o resultado final, tais como, número médio de colmos industrializáveis por metro e seus valores médios de comprimento e diâmetro, uma vez que esses atributos biométricos, formam os componentes da produção final agrícola.

Ripoli et al. (2006), explica que fatores exógenos as 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 e, por fim, na produtividade agrícola.

Concordando com Peixoto (1984) e citado por Peixoto et al. (1988), Ripoli et al. (2006) e Janini (2007), o aumento da densidade de mudas utilizados no tratamento mecanizado não refletiu em maior produtividade e nem na diminuição no número de falhas, conforme mostrado na Figura 61.

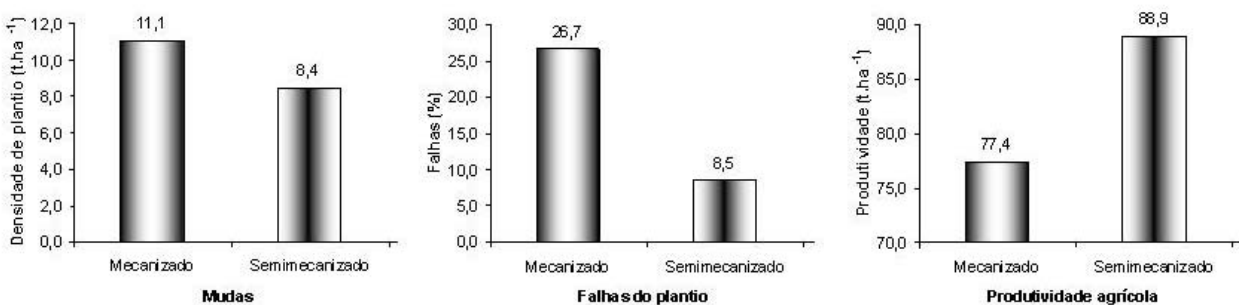


Figura 61 – Confronto densidade de mudas (t.ha<sup>-1</sup>), Falhas do plantio (%) e Produtividade agrícola (t.ha<sup>-1</sup>)

Segundo Câmara (1998) citado por Ripoli & Ripoli (2004), a produtividade de primeiro corte varia entre 80 e 110 t.ha<sup>-1</sup> em cana de ano.

#### 4.21 Rendimento agrícola

O Rendimento Agrícola de uma cultura, parâmetro pouco usual no setor agrícola, é o resultado da relação entre a massa de colmos colhidos e a massa de mudas plantadas (as variáveis em  $t\ ha^{-1}$ ).

Os resultados do rendimento agrícola ocorridos nas repetições dos dois tratamentos são mostrados na Figura 62.

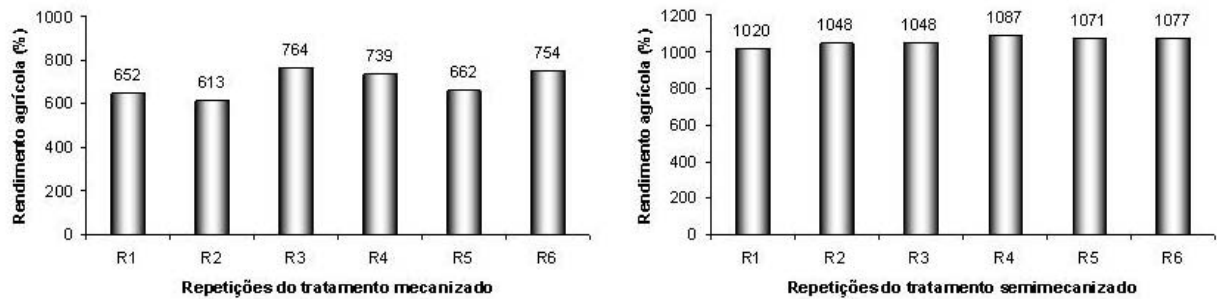


Figura 62 – Confronto entre as repetições dos tratamentos quanto ao rendimento agrícola

A Figura 63 mostra o confronto, entre os tratamentos, dos rendimentos agrícolas obtidos, correlacionando densidade de plantio e produtividade agrícola. Nela o tratamento semimecanizado apresentou a menor densidade de plantio ( $8,4\ t\ ha^{-1}$ ) obteve a maior produtividade ( $88,9\ t\ ha^{-1}$ ), portanto, o melhor rendimento ( $1059\%$ ).

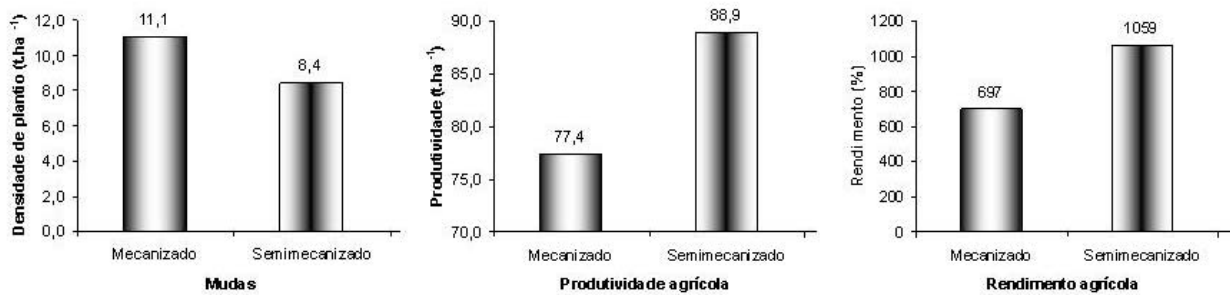


Figura 63 – Confronto entre densidade de mudas, produtividade e rendimento agrícola

Na Tabela 30, os resultados da variável, produtividade agrícola, demonstram que os sistemas de plantio, mecanizado e semimecanizado, analisados apresentaram interferência ao nível de 5% de significância.



Tabela 30 – Resultados da análise de variância, com teste de Tukey a 5%, referentes a produtividade agrícola

Tratamentos	Produtividade agrícola (t ha <sup>-1</sup> )
Semimecanizado	88,92 A
Mecanizado	77,39 B

Médias com mesmas letras não diferem entre si.

#### 4. 22 Análise tecnológica

A qualidade da cana-de-açúcar exige que para o processamento industrial o colmo deva estar maduro, recém cortado, limpo, com o mínimo possível de ocorrência de broca e podridão vermelha. A maior incidência de impurezas mineral ou vegetal também afeta a qualidade da matéria-prima.

Os parâmetros tecnológicos apresentados na Tabela 31 são os resultados da análise tecnológica de matéria prima efetuada nas amostras colhidas dos tratamentos, mecanizado e semimecanizado, que foram analisados e comparados pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância, os quais não apresentaram diferenças mínimas significativas entre si, como era de se esperar, salvo se algum outro fator externo atuasse separadamente em um dos tratamentos, como pragas ou doenças.

Tabela 31 – Resultados do Teste de Tukey dos tratamentos relativos às análises tecnológicas da matéria prima colhida

Trat.	Terra (%)	Brix (%)	Leit. Pol	PBU	Fibra (%)	Pol CE (%)	PZA	PC	AR (%)	ARC (%)	ATR (%)
Semimec	0,96 A	19,00 A	68,19 A	145,25 A	12,50 A	16,60 A	87,32 A	13,94 A	0,65 A	0,54 A	137,67 A
Mec.	1,20 A	19,10 A	68,83 A	127,77 A	11,10 A	16,74 A	87,64 A	14,40 A	0,63 A	0,55 A	142,16 A

Trat. = Tratamentos; Semimec. = Semimecanizado; Mec.= Mecanizado; Leit. Pol. = Leitura do sacarímetro; PBU = Peso do bolo úmido; Pol. = % de Pol do caldo do caldo extraído; PZA = Pureza; PC = % de Pol de cana; AR = Açúcares redutores do caldo extraído; ARC = Açúcares redutores da cana; ATR = Açúcares total recuperável. Médias com mesmas letras não diferem entre si.

## 5 CONCLUSÕES

A potência fornecida pelo trator, foi acima das necessárias para as condições do ensaio.

O sistema de plantio mecanizado em termos de custos efetivos é significativamente mais barato que o semimecanizado.

E certamente esses custos podem ser reduzidos desde que às fontes de potência sejam mais compatíveis as operações e ocorra melhor ajuste de velocidade em função das condições físicas do solo.

A plantadora que utiliza mudas na forma de rebolo não apresentou um adequado mecanismo distribuidor de rebolos.

Quanto aos aspectos agronômicos envolvidos, no plantio mecanizado a densidade de mudas foi maior do que o usual, mesmo assim, apresentou um número de gemas viáveis por metro de sulco inferior ao recomendado, devido aos danos mecânicos provocados pelo fracionamento dos colmos em rebolos, o que resultou num menor número de perfilhos por metro, mais falhas no canavial e por fim, uma menor produtividade agrícola.

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, A.G. **Sugarcane physiology**: a comprehensive study of the *Saccharum* source-to-sink system. Amsterdam: Elsevier, 1973. 725p.
- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL. **Yearbook of Standards**. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1983. 835p. (ASAE-EP391)
- BALASTREIRE, L.A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. 307 p.
- BALASTREIRE, L.A.; RIPOLI, T.C.C. Estudos básicos para quantificação de colhedoras e veículos de transporte. In: SEMINÁRIO COPERSUCAR DA AGRO-INDÚSTRIA AÇUCAREIRA, 2., 1975. Águas de Lindóia. **Anais...**São Paulo: COOPERSUCAR. 1975. p. 345-353.
- BARBIERI, 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.
- 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: RJPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C, CASAGRANDE, D.V. (Org.). **Plantio de cana-de-açúcar**: estado da arte. Piracicaba: Livroceres, 2006. v. 1, p. 80-91.
- BERTO, P.N.A. **Influência do espaçamento e da profundidade do sulco no desenvolvimento e produção da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) em solo de várzea da zona da mata mineira**. 1986. 62 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1986.
- BRIEGER, F.O; PARANHOS, S.B. Técnica Cultural. In: MALAVOLTA et al. **Cultura e adubação da cana-de-açúcar**. São Paulo. Instituto Brasileiro da Potassa, 1964. p. 139-190.
- BONATO, R.G. Qualidade operacional da fenação: análise do processo de produção. 2004. 100p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007. Piracicaba, 2004
- BOVI, V. **Influência do período de armazenamento de mudas de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na brotação e produção das touceiras**. 1982. 80 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1982.
- CARLIN, S.D.; SILVA, M.A.; PERECIN, D. Fatores que afetam a brotação inicial da cana-de-açúcar. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 51, n. 296, p. 457-466, 2004.
- CARNEIRO, A.E.V.; TRIVELIN, P.C.O.; VICTORIA, R.L Utilização da reserva orgânica e de nitrogênio do rebolo de plantio (colmo-semente) no desenvolvimento da cana-planta. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 52 n. 2, p 199-209, maio/ago. 1995. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-90161995000200001](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90161995000200001) >. Acesso em: 12 jun. 2008.

CASAGRANDE, A.A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 187 p.

CHRISTOFFOLETI, P.J. **Aspectos fisiológicos da brotação, perfilhamento e florescimento da cana-de-açúcar**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1986. 80 p.(mimeografado).

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

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Cana-de-açúcar, safra 2008 -1º levantamento, abr. 2008**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=1>>. Acesso em: 30 jul. 2008.

DANE, J.H.; TOPP G.C. **Methods of soil analysis**. Madison: SSSA, 2002. pt. 4: physical methods, 1692 p.

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

Figueira, S. R. **Os programas de álcool como combustíveis nos EUA, no Japão e na União Européia e as possibilidades de exportação do Brasil**. 2005. 245 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

FRASSON, F.R. **Utilização de sensor ótico ativo em cana-de-açúcar**. 2007. 76 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

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.

GAMERO, CA; LANÇAS, K.P. Ensaio e certificação das máquinas de mobilização periódica do solo. In: MIALHE, L.G. **Máquinas agrícolas: ensaio e certificação**. Piracicaba: CNPq-PADCT/TIB; FEALQ, 1996. cap. 9, p. 463-514.

GUIMARÃES, E. Estudos da profundidade para a cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO COPERSUCAR DA AGROINDÚSTRIA AÇUCAREIRA, 3., 1975, Águas de Lindóia. São Paulo: COPERSUCAR, 1975. 7 p

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

HUNT, D.R. **Farm power and machinery management**. 6. ed. Ames: Iowa State University Press, 1973. 324p.

JANINI, D. A. **Análise operacional e econômica do sistema de plantio mecanizado de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)** 2007. 148 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

LOPES, A.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P.; REIS, G.N.; CAMARA, F.T. **Importância da determinação correta do consumo de combustível em tratores.** Revista Ciência Extensão. v.1 (Supl), p. 14, 2004. Jaboicabal. Disponível em: [http://www.unesp.br/proex/repositorio/revista/revista\\_ci\\_ncia\\_em\\_extens\\_o/2004/suplemento/agr\\_rias\\_e\\_veterin\\_rias/s11.htm](http://www.unesp.br/proex/repositorio/revista/revista_ci_ncia_em_extens_o/2004/suplemento/agr_rias_e_veterin_rias/s11.htm). Acesso em: 6 fev. 2008

MACEDO, I. C (Org.). Emissões de GEE do setor de açúcar e etanol no Brasil: valores atuais e esperados, In: **A energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade.** São Paulo: Berlendis & Vertecchia/ UNICA, p. 101-104., 2005

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.

MAULE, R. F. **Comportamento de cultivares de cana-de-açúcar em função do solo e da época de colheita.** 1999. 57 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

MIALHE, L.G. **Manual de mecanização agrícola.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1974. 301 p.

MIALHE, L.G. **Máquinas agrícolas: ensaio e certificação.** Piracicaba: CNPq-PADCT/TIB; FEALQ, 1996. 722 p.

MILAN, M. **Gestão sistêmica e planejamento de máquinas agrícolas.** 2004.100 p. Tese (Livro Docência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MILAN, M.; CROSSLEY, C.P, Improving operational management on harvest transport and mechanization for sugar cane. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 1988. Orlando. **Proceedings...** Orlando: ASAE, 1998. v.7, p. 108-116

MOREIRA, C.A.; MENEZES, J.F. O custo operacional da maquinária agrícola. **Atual Agronomia**, cidade, v.1, p. 38-48, fev./mar. 1973.

NORONHA, J.F; MIALHE, L.G., DUARTE, L.P. Custos de sistema tratorizados na agricultura brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA RURAL, 29., Campinas, 1991. **Anais...** Campinas: SOBER, 1991. p.. 13-33

ORLANDO FILHO, J.; MACEDO, N.; TOKESHI, H. Seja o doutor do seu canavial. **Informações Agronômicas**, n. 67, set. 1994. Disponível em: [http://www.potafos.org/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/\\$FILE/Cana1-6.pdf](http://www.potafos.org/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/$FILE/Cana1-6.pdf). Acesso em: 13 mar. 2007.

PACHECO, E.P. **Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas.** Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 21p. (Embrapa Acre. Documentos, 58). Disponível em: <http://www.google.com.br/search?hl=pt-BR&q=SELE%C3%87%C3%83O+E+CUSTO+OPERACIONAL+DE+MAQUINAS+AGR%C3%8DCOLAS&btnG=Pesquisar&meta=>. Acesso em: 20 mar. 2008

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.

PARANHOS, S.B. ; GUIMARÃES, E. ; GURGEL, M.N. do A. Profundidade de plantio em diferentes profundidades de preparo do solo. In: SEMINÁRIO COPERSUCAR DA AGROINDÚSTRIA AÇUCAREIRA, 4., Águas de LINDOIA. **Resumos...** São Paulo: COPERSUCAR, 1976. 2p.

PEIXOTO, A.A; BERTO, P.N.A.; THÜRLER, A.M. Densidade de mudas no plantio de cana-de-açúcar. In: V Encontro de Técnicos Canavieiros da Zona da Mata. **Anais...** Mineira, Viçosa, 1984. p.03-16.

PEIXOTO, A.A; BERTO, P.N.A.; THÜRLER, A.M.; DELGADO, F.R.M.C.R. Densidades de plantio com três variedades de cana-de-açúcar, em sulcos de base estreita e de base larga. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 106, n. 2, p. 28-32, 1988.

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 desponte, e da compactação pós-cobertura, em duas variedades de cana-de-açúcar**. 1996. 37p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

QUINTELA, A.C.R; ANDRADE, L.A.B; CARVALHO, G.J; BOCARDO, M.R. Efeito 00 Plantio de cana inteira, com e sem desponte, e da compactação pós-cobertura, em duas variedades de cana de açúcar. **STAB . Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 15, n. 3, p. 22-24, jan./fev. 1997.

RIPOLI, T.C. **Avaliação de alguns parâmetros de desempenho de três colhedoras de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**, 1977, 91 p. Dissertação (Mestrado na área de Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1977.

RIPOLI, T.C.; MIALHE, L.G.; NOVAES, H.P. Um critério para avaliação de canaviais visando a colheita In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 4., Pelotas, 1977. **Anais...** Pelotas: SBEA, 1977. 10 p.

RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. Piracicaba: Ed. dos Autores, 2004. 309 p.

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.

SCARPARI, M.S.; BEAUCLAIR, E.G.F. de Sugarcane maturity estimation through edaphic-climatic parameters. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.61, n.5, p.486-491, 2004

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 E.D. **Efeito da quantidade de reserva energética do tolete e da compactação do solo no desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**, 1986. 94 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1986.

STOLF, R. Metodologia de avaliação de falhas nas linhas de cana-de-açúcar. **STAB**, Piracicaba, v.4, n.6, p.22-36, jul./ago.1986

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.

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.

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

União da Agroindústria Canavieira de São Paulo – UNICA. **Geração descentralizada de emprego e renda**. Disponível em: [http://www.unica.com.br/pages/sociedade\\_mercado1.asp](http://www.unica.com.br/pages/sociedade_mercado1.asp). Acesso em dez/2006.

VITTI, G. C.; MAZZA, J. A. Planejamento, estratégias de manejo e nutrição de cultura de cana-de-açúcar. **Informações Agrônômica**, n. 97, encarte. 2002 Disponível em: <[http://www.ipni.org.br/.../87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/\\$FILE/Encarte%2097.pdf](http://www.ipni.org.br/.../87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/$FILE/Encarte%2097.pdf)>. Acesso em: 15 abr. 2008.

WITNEY, B. **Choosing and using farm machines**. Edinburgh: Land Techonology, 1988. 412 p.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)



[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)