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

Análise operacional e econômica do sistema de plantio mecanizado de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.)

Daniel Alexandre Janini

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

Piracicaba
2007

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

Daniel Alexandre Janini
Engenheiro Agrimensor

Análise operacional e econômica do sistema de plantio mecanizado de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.)

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

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

Piracicaba
2007

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

Janini, Daniel Alexandre
Análise operacional e econômica do sistema de plantio mecanizado de cana-de-açúcar (Saccharum spp.) / Daniel Alexandre Janini. - - Piracicaba, 2007.
148 p. : il.

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

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

CDD 633.61

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

”A maior recompensa para o trabalho do homem não é o que se ganha, mas o que ele nos torna”.

John Ruskin

Aos meus pais Luiz e Maria Antonia. A minha amada esposa Francine e a minha querida filha Bianca, razões do meu viver, Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo auxílio e proteção nesta importante etapa de minha existência.

Ao Prof. Dr. Tomaz Caetano Cannavam Rípoli, pelo acolhimento, paciência, dedicação e principalmente por ter demonstrado o verdadeiro sentido da palavra “Orientar”.

Ao Prof. Dr. Valdemar Antonio Demétrio, amigo, incentivador e principal responsável pelo meu ingresso nesta pós-graduação.

Ao companheiro de muitas jornadas, Prof. Engº Elifas Valim Neto, pelo incentivo.

Aos professores do Departamento de Engenharia Rural, na pessoa do Prof. Dr. Casimiro Gadanha Dias Junior, coordenador do programa de Pós Graduação em Máquinas Agrícolas pela convivência.

Aos funcionários do departamento de engenharia rural, nas pessoas de Áureo Santana de Oliveira e Juarez Renó do Amaral, que com seus serviços de apoio técnico, tornaram possível a realização deste trabalho.

Ao grupo COSAN unidade Costa Pinto e a Empresa CIVEMASA S/A.

Agradecimento especial ao Engenheiro Agrônomo Gerardo Felipe Espinoza Perez, pela valiosa contribuição.

Aos amigos e companheiros de Pós-Graduação Geraldo Cebin, Vitória Letícia Cebin, Marco Antonio Lopes Garcia e Arthur Miolla de Mello.

Aos companheiros de trabalho na EVN Automação e Comércio pela paciência e incentivo na execução deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO....7
ABSTRACT....8
RESUMEN....9
LISTA DE FIGURAS....10
LISTA DE TABELAS....15
LISTA DE SIGLAS....17
LISTA DE SÍMBOLOS....18
1 INTRODUÇÃO....19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA....20
2.1 Aspectos econômicos da cultura da cana-de-açúcar....20
2.2 O plantio da cana-de-açúcar....23
2.2.1 Aspectos agronômicos influenciados pela qualidade do plantio....26
2.2.1.1 Brotação....27
2.2.1.2 Perfilhamento....38
2.2.2 Aspectos Operacionais do Plantio....41
2.2.2.1 Etapas do Plantio....41
2.2.2.2 Tipos do Plantio....45
2.2.2.3 Potência disponível e requerida na barra de tração....47
2.2.2.4 Raio e espaço de giro....47
2.2.2.5 Custos....48
3 MATERIAL E MÉTODOS....51
3.1 Material....51
3.1.1 Local do ensaio....51
3.1.2 Defensivos e Fertilizantes....51
3.1.3 Fontes de potência utilizadas....51
3.1.4 Instrumentos de mensuração....53
3.2 Métodos....54
3.2.1 Medição e demarcação da área de plantio....54
3.2.2 Regulagens....54
3.2.3 Preparo e seleção das mudas....57
3.2.4 Mensuração dos Colmos do plantio....57
3.2.5 Rebolos do plantio....58

3.2.6 Plantio Semi-mecanizado e Mecanizado 59
3.2.7 Granulometria e umidade do solo 59
3.2.8 Sulcos 59
3.2.9 Brotação e Perfilhos 60
3.2.10 Falhas de brotação 60
3.2.11 Estimativa da quantidade de mudas plantadas (mudas.ha^{-1}) 61
3.2.12 Força de tração exigida pela operação 61
3.2.13 Determinação de Capacidades Efetivas 65
3.2.14 Consumo efetivo de combustível 65
3.2.15 Raio e espaço de giro 66
3.2.16 Esforço repetitivo dos operários na ação de abastecimento dos picadores 66
3.2.17 Estimativas de custos efetivos. 66
3.2.18 Gastos fixos ou de propriedade: 66
3.2.19 Gastos variáveis ou operacionais: 67
3.2.20 Colheita 68
3.2.21 Número de colmos industrializáveis 69
3.2.22 Biometria dos colmos da colheita antes da queima 69
3.2.23 Determinação do porte do Canavial após a queima 70
3.2.24 Coleta de colmos após a queima 72
3.2.25 Colheita manual e pesagem 72
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 74
4.1 Localização dos tratamentos 74
4.2 Biometria das mudas 74
4.3 Sulcos 78
4.4 Densidade do Plantio 79
4.5 Quantidade de gemas por metro de sulco 80
4.6 Perfilhos 83
4.7 Falhas 85
4.8 Balanço Hídrico 88
4.9 Granulometria e umidade do solo 89
4.10 Avaliação operacional do sistema Semi-mecanizado 90
5 CONCLUSÕES 112
REFERÊNCIAS 113
APÊNDICE 118

RESUMO

Análise operacional e econômica do sistema de plantio mecanizado de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.)

O presente trabalho teve por objetivo o estudo comparativo entre o plantio mecanizado e semi-mecanizado de cana-de-açúcar (Saccharum spp.). Os estudos foram conduzidos em área cedida pelo grupo COSAN (unidade Costa Pinto), no município de Piracicaba, SP, entre outubro de 2005 e outubro de 2006. Para tal, foi realizado um ensaio padronizado, onde, sob as mesmas condições de campo e utilizando a mesma variedade de mudas (SP 80-3280), foram efetuados os plantios mecanizado e semi-mecanizado. A densidade de plantio foi de 13,2 e 9,6 $t.ha^{-1}$, para o plantio mecanizado e semi-mecanizado, respectivamente, sendo que o mecanizado apresentou menor número de falhas e conseqüentemente maior número de perfilhos. Por sua vez, o plantio mecanizado apresentou uma capacidade efetiva de 1,38 $ha.h^{-1}$ e mostrou-se mais vantajoso economicamente, com um custo operacional efetivo estimado em 96,7 $R\$.ha^{-1}$, em comparação ao semi-mecanizado que apresentou valores da ordem de 216,2 $R\$.ha^{-1}$. Em relação à produtividade o plantio semi-mecanizado apresentou um resultado 1,5 $t.ha^{-1}$ maior, porém este valor não difere estatisticamente do valor encontrado no semi-mecanizado. Conclui-se que o fracionamento dos colmos em rebolos do sistema mecanizado ocasiona a diminuição do número de gemas viáveis, o que contribui para um maior número de falhas de plantio, porém o custo operacional efetivo do plantio mecanizado é inferior ao semi-mecanizado. Já a maior densidade de mudas do plantio mecanizado não resultou em diminuição de falhas e conseqüentemente não melhorou a produtividade agrícola, mas contribuiu para um menor rendimento.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar; Custos; Falhas; Mecanização; Plantio

ABSTRACT

Economic and operational analysis of mechanized planting of sugarcane (*Saccharum* spp.)

The present paper had as its aim the comparative study between the mechanized and semimechanized planting of sugarcane (Saccharum spp.). The studies were conducted in an area conceded by the COSAN group (Costa Pinto unit), in the city of Piracicaba, SP, between October 2005 and October 2006. For that, an standart experiment was made, where under the same ground conditions and using the same variety of seedlings (SP 80–3280), the mechanized and semimechanized plantation were made. The density of seedlings of plantations was 13,2 e 9,6 $t.ha^{-1}$, for the mechanized and semimechanized,respectively, though the mechanized plantation presented a lower number of failures and consequently a higher number of stems. On the other hand, the mechanized plantation presented an effective capacity of 1,38 $ha.h^{-1}$ and turned out to be more economicaly worth, with an effective operational cost estimated in 96,7 $R\$.ha^{-1}$, in comparison to the semimechanized, which presented values around 216,2 $R\$.ha^{-1}$. Concerning the productivity the semimechanized plantation presented a result 1,5.ha^{-1} higher, and consequently, a better agricultural output. It is concluded that the fractionaction of the sugarcane stalks in bud seedlings of mechanized system causes the reduction of the number of viable buds, which contributes to a higher number of plantation failures, however the effective operational cost of the mechanized plantation is inferior to the semimechanized. Yet the higher density of seedlings og the mechanized plantation did not result in reduction of failures and consequently it did not improve the productivity but it contributed to a lower agricultural output.

keywords: Sugarcane; Cost; Failures; Mechanization; Plantation

RESUMEN

Análisis operacional y economica del sistema de plantío mecanizado de caña-de-azucar (*Saccharum* spp.)

Este trabajo tuvo como objetivo el estúdio comparativo entre el plantio mecanizado y semi-mecanizado de caña-de-azucar (*Saccharum* spp.). Los estudios fueron conducidos en área cedida por el grupo COSAN (unidad Costa Pinto), en el municipio de Piracicaba, SP, entre octubre de 2005 y octubre de 2006. Para esto, fué realizado um experimento estandarizado, donde, bajo las mismas condiciones de suelo y utilizando la misma variedad de plantónes (SP 80-3280), fueron efectuados los plantíos mecanizado y semi-mecanizado. La densidad de plantío fué de 13,2 y 9,6 $t.ha^{-1}$, para el plantio mecanizado y semi-mecanizado, respectivamente, siendo que el mecanizado presentó un menor numero de fallas y, consecuentemente, um numero mayor de tallos. Em contrapunto, el plantio mecanizado presentó uma capacidad efectiva de 1,38 $ha.h^{-1}$, aparentando ser economicamente mas ventajoso que el sistema semi-mecanizado, pues presentó un costo operacional efectivo de 96,7 $R\$.ha^{-1}$ frente a los 216,2 $R\$.ha^{-1}$ calculados para el sistema semi-mecanizado. Con relación a la productividad, el plantio semi-mecanizado presentó un resultado 1,5 $t.ha^{-1}$ superior, aunque este valor no fué estatisticamente diferente del valor encontrado em el semi-mecanizado. Como conclusión, és posíble afirmar que el fraccionamento do los tallos del sistema mecanizado disminuye el número de yemas viables, lo que contribuye para um mayor número de fallas em el plantio, aunque el costo operacional efectivo del plantio mecanizado és inferior al semi-mecanizado. Ya una mayor densidad de plantío mecanizado não diminuyó el número de fallas y consecuentemente no provoco acrecimos em La productividas agrícola, aunque contribuyó para obtener un menor rendimiento.

Palavras-clave: Caña-de-azucar; Costos; Fallas; Mecanización; Plantío

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fatores de produção vegetal que afetam direta e indiretamente os processos fisiológicos das plantas 25

Figura 2 - Fatores endógenos que podem afetar a qualidade do plantio 28

Figura 3 - Fatores exógenos que podem afetar a qualidade do plantio 35

Figura 4 - Sulcação e adubação (A); Distribuição manual dos colmos (B); Fracionamento dos colmos (C); Cobrimento e aplicação de defensivos (D) 52

Figura 5 - Trator Massey Fergusson modelo 6360 e Plantadora Civemasa modelo PCSA 2/2 (A); Operários destinados a alimentação do mecanismo picador da plantadora (B) 53

Figura 6 - Pontos de regulagem da plantadora Civemasa, Comandos hidráulicos (A), Comandos elétricos (B), Sulcadores (C) 56

Figura 7 - Pontos de regulagem da plantadora Civemasa, Discos cobridores de sulco (A), Anéis de regulagem para profundidade do sulco (B), Depósito e esteira elevatória de rebolos (C) 57

Figura 8 - Gema considerada viável (A); Gema considerada inviável por danos causados no manuseio (B); Gema considerada inviável por ataque de pragas (C) 58

Figura 9 - Croqui do critério adotado para determinação de brotação e tamanho de perfilhos 60

Figura 10 - “Datalloger” (A); “Encoder” (B); Célula de carga (C) 62

Figura 11 - Configuração para determinação da força de tração decorrente do atrito de rolamento do trator de sustentação da plantadora somada a força de tração exigida pela plantadora em operação 63

Figura 12 - Configuração para determinação do esforço tratório exigido decorrente do atrito de rolamento do trator (MF 6360) que tracionou a plantadora (A); Fluxômetro - Medidor de consumo de combustível (B) 63

Figura 13 - Esquema para determinação da potência disponível na barra de tração; Fonte ASAE norma EP391(1983) 64

Figura 14 - Croqui do critério adotado para coleta das amostras de biometria antes da queima 69

Figura 15 - Colheita das amostras (A); Despalha Manual (B); Contagem de gemas (C); Medição do diâmetro dos colmos (D); Pesagem dos colmos (E); Etiquetagem para envio das amostras para análise em laboratório (E) 70

Figura 16 - Critério para determinação de porte dos canaviais, através de Triângulo–Retângulo (RIPOLI et al., 1977).....71

Figura 17 - Croqui do critério adotado para determinação do porte do canavial 71

Figura 18 - Colheita das amostras de colmos após a queima (A); Desponte dos colmos, pesagem e separação dos colmos para envio a análise (B).....72

Figura 19 - Colheita manual dos tratamentos (Semi-mecanizado e Mecanizado).....72

Figura 20 - Carregamento do transbordo com a colheita dos tratamentos (A); Pesagem do transbordo (B).....73

Figura 21 - Croqui de situação dos tratamentos na área de ensaio 74

Figura 22 - 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.....76

Figura 23 - Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5 % de significância entre o número total de gemas por metro linear de colmo e o comprimento dos colmos utilizados como mudas.....76

Figura 24 - 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.....77

Figura 25 - 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 fracionados pela plantadora Civemasa e utilizados como mudas ..77

Figura 26 - 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 fracionados pela plantadora Civemasa e utilizados como mudas.....77

Figura 27 - Resultado das amostragens dos tratamentos (M) Mecanizado e (SM) Semi-mecanizado da variável profundidade de sulcação (cm), cobrição (cm) e número médio de rebolos por metro linear de sulco.....79

Figura 28 - Resultado das amostragens profundidade de sulcação (cm), cobrição (cm) e números médio de rebolos por metro linear de sulco, com ênfase nos tratamentos Mecanizado e Semi-mecanizado 79

Figura 29 - Resultado das amostragens dos tratamentos (M) Mecanizado e (SM) Semi-mecanizado quanto ao número de gemas viáveis (GV), número de gemas inviáveis (GI) e número de gemas totais (GT) por metro linear de sulco 80

Figura 30 - Resultado das amostragens de número de gemas viáveis (GV), número de gemas inviáveis (GI) e número de gemas totais (GT) por metro linear de sulco, com ênfase nos tratamentos Mecanizados e Semi-mecanizado.. 81

Figura 31 - Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5 % de significância entre o número total de gemas por metro linear de sulco e o número de rebolos por metro linear de sulco do tratamento Mecanizado 81

Figura 32 - Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5 % de significância entre o número de gemas viáveis por metro linear de sulco e o número de rebolos por metro linear de sulco do tratamento Mecanizado 82

Figura 33 - Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5 % de significância entre o número total de gemas por metro linear de sulco e o número de rebolos por metro linear de sulco do tratamento semi-mecanizado 82

Figura 34 - Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5 % de significância entre o número de gemas viáveis por metro linear de sulco e o número de rebolos por metro linear de sulco do tratamento semi-mecanizado 83

Figura 35 - Resultado do perfilhamento do plantio aos 30 e 60 DAP dos tratamentos (M) Mecanizado e (SM) Semi-mecanizado (A). Aumento percentual dos perfilhos ocorrido entre 30 e 60 DAP dos tratamentos (M) Mecanizado e (SM) Semi-mecanizado (B) 84

Figura 36 - Resultado do perfilhamento do plantio aos 60 e 90 DAP dos tratamentos (M) Mecanizado e (SM) Semi-mecanizado (A). Aumento percentual dos perfilhos ocorrido entre 30 e 60 DAP dos tratamentos (M) Mecanizado e (SM) Semi-mecanizado (B) 85

Figura 37 - Comprimento de falha por tratamento (A). Percentual de falha de cada tratamento (B). Percentual de aumento de falha do tratamento Mecanizado em relação ao Semi-mecanizado (C) 86

Figura 38 - Representação gráfica do Balanço Hídrico ocorrido na área de ensaio, por decêndio. De M = Maio (2005) a F = Fevereiro (2006). Fonte: Grupo COSAN unidade Costa Pinto..... 88

Figura 39 - Representação gráfica da Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica ocorrida na área de ensaio, por decêndio. De M = Maio (2005) a F = Fevereiro (2006). Fonte: Grupo COSAN unidade Costa Pinto 89

Figura 40 - Regulagem da tampa traseira que permite maior ou menor inclinação para acomodação dos colmos 91

Figura 41 - Gráfico da variação do consumo efetivo de combustível ($l \cdot h^{-1}$) em função do deslocamento (m) do conjunto Força de tração (MF 6360) + Plantadora 94

Figura 42 - Gráfico da variação de Força na barra de tração (Kgf) em função do deslocamento (m) do conjunto (MF 6360 + Plantadora) 94

Figura 43 - Gráfico da variação de Potência na barra de tração (cv) em função do deslocamento (m) do conjunto (MF 6360 + Plantadora) 95

Figura 44 - Gráfico da variação de Força (Kgf) em função do deslocamento (m) do conjunto (Valtra BH180 + Sulcador) na operação de sulcação (3 hastes) do plantio semi-mecanizado 95

Figura 45 - Gráfico da variação de Potência (cv) em função do deslocamento (m) do conjunto (Valtra BH180 + Sulcador) na operação de sulcação (3 hastes) do plantio semi-mecanizado 96

Figura 46 - Gráfico da variação de Força (Kgf) em função do deslocamento (m) do conjunto (Valtra BH180 + Sulcador) na operação de sulcação (com extrapolação para 2 hastes) do plantio semi-mecanizado 96

Figura 47 - Gráfico da variação de Potência (cv) em função do deslocamento (m) do conjunto (Valtra BH180 + Sulcador) na operação de sulcação (com extrapolação para 2 hastes) do plantio semi-mecanizado 97

Figura 48 - Comparação entre a força na barra de tração (Kgf), exigida entre os conjuntos 97

Figura 49 - Comparações entre as velocidades efetivas desenvolvidas pelos conjuntos nas operações de plantio (A) e entre as potências na barra de tração ou engate de 3 pontos (Pb) exigidas pelos conjuntos (B) 98

Figura 50 - Comparação entre as potências estimadas no motor (Pmotor), exigidas pelos os conjuntos para tração, com base na norma ASAE EP391 (1983) 99

Figura 51 - Confronto entre custos efetivos de plantio mecanizado e o semi-mecanizado 103

Figura 52 - Estimativas de custos operacionais dos sistemas de plantio Mecanizado e Semi-mecanizado por percentual de eficiência de plantio.....104

Figura 53 - Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5 % de significância entre o número total de gemas por colmo e o comprimento dos colmos colhidos do tratamento semi-mecanizado.....106

Figura 54 - Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5 % de significância entre o número total de gemas por colmo e o comprimento dos colmos colhidos do tratamento mecanizado 106

Figura 55 - Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5 % de significância entre o número total de gemas por colmo e o diâmetro dos colmos colhidos do tratamento semi-mecanizado 107

Figura 56 - Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5 % de significância entre o número total de gemas por colmo e o diâmetro dos colmos colhidos do tratamento mecanizado 107

Figura 57 - Confronto entre os tratamentos das amostragens efetuadas de número de colmos por hectare 108

Figura 58 - Confronto entre as produtividades agrícolas obtidas nos tratamentos e a quantidade de mudas utilizadas no plantio (A). Confronto entre os percentuais de falhas determinadas aos 90 dias após o plantio de cada tratamento (B).....109

Figura 59 - Confronto entre os rendimentos agrícolas obtidos e o percentual de falhas encontrado em cada tratamento (A). Confronto entre os rendimentos agrícolas de cada tratamento (B).....110

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados do percentual de diminuição de gemas viáveis após o fracionamento dos colmos 74

Tabela 2 - Resultados médios de biometria do dia 06/10/05 75

Tabela 3 - Resultados médios de biometria do dia 07/10/05 75

Tabela 4 - Resultados da estimativa de densidade do plantio ($t.ha^{-1}$) 80

Tabela 5 - Resultados do número médio de perfilhos por metro linear de sulco aos 90 DAP 85

Tabela 6 - Resultados da quantidade de rebolos e seu percentual e a quantidade de gemas viáveis em relação aos tamanhos dos rebolos 87

Tabela 7 - Comparação entre a densidade de plantio de cada tratamento e o percentual de falhas ocorrido aos 90 DAP 87

Tabela 8 - Número e comprimento das falhas de cada tratamento ocorrido aos 90 DAP 87

Tabela 9 - Resultado da análise de variância, pelo teste de Tukey, a 1 % significância, do número médio de falhas em cada tratamento 88

Tabela 10 - Resultados de granulometria e de umidade (U) do solo, na base do sulco, correspondentes aos tratamentos Semi-mecanizado e Mecanizado 89

Tabela 11 - Resultados de tempos e desempenho do sistema semi-mecanizado de plantio 90

Tabela 12 - Número médio de esforços repetitivos por parte dos 4 operários responsáveis pela alimentação da Civemasa (Tratamento Mecanizado) 92

Tabela 13 - Perímetros efetivos (m) determinados dos rodados de plantadoras e fontes de potência 93

Tabela 14 - Resultados de raio e espaço de giro determinado pelo conjunto (MF 6360 + plantadora) 93

Tabela 15 - Tempo médio de manobras de cabeceiras determinados na área de plantio 93

Tabela 16 - Quantidade de motores hidráulicos e potência estimada consumida para o acionamento da plantadora Civemasa (tratamento Mecanizado) 99

Tabela 17 - Estimativas das potências consumidas para operação da plantadora para: tração, motores hidráulicos e total 99

Tabela 18 - Valores médios de Força de tração na barra (FTb), velocidades efetivas (Vef), potência na barra de tração (Pb) e consumo horário de plantio (Ce) 100

Tabela 19 - Capacidade Efetiva (CE) e limites de tempos médios de manobras de cabeceiras sob as condições padrões dos ensaios, durante o plantio ... 101

Tabela 20 - Valor de aquisição das máquinas 102

Tabela 21 - Custo fixo, variável e total do tratamento mecanizado..... 102

Tabela 22 - Tabela de custos totais efetivos estimados dos tratamentos mecanizado e semi-mecanizado..... 103

Tabela 23 - Resultados médios de biometria da cana colhida crua do tratamento Semi-mecanizado 105

Tabela 24 - Resultados médios de biometria da cana crua do tratamento Mecanizado..... 105

Tabela 25 - Resultados do Teste de Tukey dos tratamentos referentes a dados agrícolas 110

Tabela 26 - Resultados do Teste de Tukey dos tratamentos relativos às análises tecnológicas da matéria-prima colhida..... 111

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
ASAE	American Society of Agricultural Engineers
CBT	Companhia Brasileira de Tratores
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
Copersucar	Cooperativa de Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo
CTC	Centro de Tecnologia Canavieira
DAP	Dias após o plantio
FAPRI	Food and Agricultural Policy Research Institute
GPS	Global Positioning System
IAA	Instituto do Açúcar e do Álcool
IAC	Instituto Agronômico de Campinas
MF	Massey Fergusson
PCSA 2/2	Plantadora Civemasa
PLANALSUCAR	Programa Nacional do Melhoramento da Cana-de-Açúcar
PROÁLCOOL	Programa Nacional do Álcool
UNICA	União da Agroindústria Canavieira de São Paulo
WGS84	World Geodetic System 1984

LISTA DE SÍMBOLOS

C.V.	Coeficiente de Variação
Ce	Consumo horário de plantio
CE	Capacidade Efetiva
cv	Cavalos de potência
D.P.	Desvio Padrão
FTb	Força de tração na barra
GI	Gemas inviáveis
GT	Gemas Totais
GV	Gemas viáveis
h	Horas
ha	Hectares
Kg	Kilograma
Kgf	Quilograma-força
L	Litros
M	Tratamento Mecanizado
m	Metros
m^2	Metros quadrados
Pb	Potência exigida na barra de tração ou engate 3 pontos
PDBT	Potência fornecida pelo trator agrícola na barra de tração
PRBT	Potência exigida na barra de tração pelo implemento
SM	Tratamento Semi-mecanizado
t	Toneladas
TDA	Tração dianteira auxiliar
U	Umidade do solo
Vef	Velocidade efetiva

1 INTRODUÇÃO

O complexo sucroalcooleiro ocupa lugar de destaque no agronegócio brasileiro produzindo açúcar e álcool combustível entre outros produtos de relevância para a economia nacional. O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo. Atualmente a produção a produção brasileira dessa matéria prima, de açúcar e de álcool representam respectivamente, 3,9 %, 18,5 % e 36,4 % da produção mundial. De acordo com o terceiro levantamento de campo da safra da safra 2006/2007, realizado em novembro de 2006 pela CONAB, foi constatado que no Brasil a produção de cana-de-açúcar, para todos os usos, girou em torno de 475,73 milhões de toneladas, representado um crescimento de 10,3 % sobre o total produzido na safra 2005/06.

Dentre as inúmeras operações envolvidas no sistema de produção agrícola da cana-de-açúcar, atualmente todas podem ser mecanizadas. Porém, a opção de mecanização total das operações de plantio tornou-se disponível somente há alguns anos, pois até então, elas eram em sua grande maioria, executadas de forma semi-mecanizada, equivocadamente chamada de manual.

As constantes buscas de redução dos custos de produção e o aumento significativo de áreas cultivadas, que diminui a mão-obra agrícola disponível, justificam amplamente a mecanização total dos processos de plantio da cana-de-açúcar.

As empresas produtoras destes equipamentos estão investindo neste próspero setor e disponibilizando no mercado nacional diversos modelos de plantadoras.

Por ser uma prática recente e inovadora no Brasil, o plantio mecanizado apresenta uma bibliografia ainda bastante limitada, o que justificou este estudo.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um estudo comparativo entre a opção mecanizada e o plantio convencional (semi-mecanizado), avaliando aspectos econômicos, agronômicos e operacionais desta etapa do processo de produção de cana-de-açúcar.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos econômicos da cultura da cana-de-açúcar

O complexo sucroalcooleiro ocupa, e sempre ocupou, lugar de destaque no agronegócio brasileiro, produzindo açúcar e álcool combustível, além de inúmeros outros produtos de relevância para a economia nacional (DIAS NETO, 2000).

Segundo Gonçalves e Veiga Filho (1999), citados por Dias Neto (2000), trata-se de um setor historicamente marcado pela intervenção governamental direta, incluindo o próprio planejamento da produção.

Apesar de ter enfrentado alguns períodos de crise ao longo da sua história (VEIGA et al., 2006), atualmente passa por profundas mudanças no aparato regulatório, consistindo de um setor em franco processo de ajustamento às novas condições de concorrência (DIAS NETO, 2000).

O cultivo de cana-de-açúcar era destinado até a década de 70, em sua maior parte, à produção de açúcar. A partir desta data, alavancadas pela criação do PROÁLCOOL e pelos significativos aumentos nos preços internacionais do petróleo no período de 1973 a 1979, foram registradas taxas significativas de aumento da participação do álcool na produção das usinas.

De meados dos anos 80 até a década de 90, a produção de álcool etílico chegou a superar a de açúcar, face à forte ampliação da demanda provocada pelo uso de veículos movidos a álcool. No período de 1983 a 1989, as porcentagens de vendas de veículos a álcool foram maiores que as de veículos a gasolina, o que influiu diretamente no consumo de álcool hidratado (VEIGA et al., 2006).

Mesmo sendo evidente que a utilização de grande parte da matéria-prima para produção de combustível influenciou diretamente o aumento da produção de cana-de-açúcar, o Brasil apresentou, nas últimas três décadas, um considerável aumento na produção de açúcar.

Atualmente a produção brasileira de cana-de-açúcar, de açúcar e de álcool representa respectivamente, 3,9 %, 18,5 % e 36,4 % da produção mundial, o que torna o Brasil o maior produtor mundial destes produtos (VEIGA et al., 2006). Em 2005, o Brasil foi maior exportador de açúcar (ÚNICA, 2007a) e de álcool, detendo 50 % da

exportação mundial de etanol (UNICA, 2007b) e 52 % da exportação mundial de açúcar (BRASIL, 2007).

De acordo com o terceiro levantamento de campo da safra 2006/2007, realizado em novembro de 2006 pela CONAB, foi constatado que no Brasil a produção de cana-de-açúcar, para todos os usos, girou em torno de 475,73 milhões de toneladas, representado um crescimento de 10,3 % sobre o total produzido na safra 2005/06. Do total produzido, 242,16 milhões de toneladas (50,9 %) seriam destinados à fabricação de açúcar, 183,82 milhões (38,6 %) à produção de álcool e o restante, 49,74 milhões (10,5 %), à fabricação de cachaça, alimentação animal, sementes, fabricação de rapadura, açúcar mascavo e outros fins (CONAB, 2007).

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

Segundo Carvalho (2006), atualmente, o mercado interno do açúcar vem apresentando um crescimento anual de aproximadamente 2 % ao ano, o que permite fazer estimativas de que o consumo brasileiro desta "*commoditie*" chegue a 11,5 milhões de toneladas em 2012. A FAO estima que, até 2015/2016, o consumo interno de açúcar crescerá cerca de 19 %, mostrando que o consumo tem crescido rapidamente nos países em desenvolvimento, que atualmente respondem por 72 % do consumo mundial (BRASIL, 2007).

Em contraste, o consumo de açúcar como alimento tem crescido muito pouco nos países industrializados, e tem decrescido nos países em transição. Um importante fator relacionado à estagnação do consumo de açúcar nos países industrializados tem sido a rápida expansão dos adoçantes feitos à base de milho como nos Estados Unidos, que agora excede o consumo de açúcar (BRASIL, 2007).

Segundo o cálculo das taxas de crescimento do consumo mundial de açúcar, obtidas a partir das projeções do FAPRI (*Food and Agricultural Policy Research Institute*), citadas pela Assessoria de Gestão Estratégica do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2007) em seu relatório de projeções do agronegócio, haverá um crescimento de 1,57 % para os próximos dez anos de 1,57 %, totalizando cerca de 168 milhões de toneladas na safra de 2015/2016. Para atender esta demanda estima-se que, em 2015,

as exportações brasileiras cheguem a 22,2 milhões de toneladas, detendo 55,6 % do comércio internacional de açúcar (BRASIL, 2007).

Para o mercado do álcool, as projeções referentes à produção, consumo e exportação refletem grande dinamismo desse produto devido especialmente ao crescimento do consumo interno e as exportações de etanol. A produção de etanol projetada para 2017 é de 38,6 bilhões de litros, mais que o dobro da produção de 2005. O consumo interno para 2017 está projetado em 28,4 bilhões de litros e as exportações em 10,3 bilhões (BRASIL, 2007).

O aumento do consumo interno de álcool pode ser explicado pelo recente lançamento no mercado dos veículos bicombustiveis ou "*Flex Fuel*" (VEIGA, 2006), cujas vendas em 2006, segundo a ANFAVEA (2007), representaram 73,66 % do total de vendas internas de automóveis no país, o que, segundo o autor, indica uma boa aceitação deste tipo de veículo no mercado nacional. Por isso, as perspectivas de uso de veículos "*flex fuel*" são bastante promissoras e devem impulsionar o consumo de álcool nos próximos anos. Carvalho (2006) estima que as vendas internas de carros bicombustíveis, em 2012, representarão 84 % do total de vendas.

Já o aumento das exportações de álcool pode ser explicado, pelos recentes aumentos nos preços internacionais do petróleo, o que têm influenciado positivamente a demanda mundial de álcool carburante, principalmente nos Estados Unidos e na Europa (VEIGA, 2006). Segundo Dweck et al. (2007), se todos os automóveis passarem a usar apenas etanol como combustível, o Brasil seria capaz de atender a 25 % da demanda global.

Segundo Pimentel e Patzek (2005), citados por Andreoli e Souza (2006), o álcool obtido a partir da cana-de-açúcar possui balanço energético positivo, ao contrário de biocombustives como o álcool obtido a partir do milho, que para cada 1 kcal de energia fornecida pelo etanol, gasta 29 kcal na produção do mesmo.

Andreoli e Souza (2006) complementam que o gasto total de energia fóssil na indústria para converter os açúcares na mesma quantidade de etanol é muito inferior para a cana-de-açúcar, sendo que a cana gasta quatro vezes menos energia do que o milho. Os autores ressaltam também o fato dos custos de produção do álcool de cana serem muito mais baratos do que os de milho (US$ 0,42.L^{-1} para a cana, contra US$

0,92.L^{-1} para o milho) e que a emissão de gases que afetam diretamente o efeito estufa, quando comparada à emissão originaria de combustíveis fósseis, foi reduzido em 66 % com a produção e combustão de etanol de cana-de-açúcar e 12 % com o etanol de milho.

Sendo assim, com a crescente demanda mundial de energia e pressupondo que o etanol obtido a partir da destilação do caldo da cana-de-açúcar é a melhor alternativa para a produção de biocombustível, está claro que o Brasil continuará se destacando na produção e comercialização de cana-de-açúcar durante os próximos anos, já que possui a maior área plantada do mundo (6,2 milhões de hectares, o que equivale a ¼ da área de todo o estado de São Paulo) e a maior produtividade, produzindo em torno de 74 toneladas.ha^{-1} (BRASIL, 2007). Segundo Dweck et al. (2007), o setor sucroalcooleiro brasileiro se destaca perante os outros países também pelo fato de não apresentar limitações ambientais para a produção da cana-de-açúcar, como a Índia e a China, terceiro e segundo maior produtor do mundo, que apresentam problemas de escassez de água.

Para Carvalho (2007), o setor acredita no etanol como o combustível do século XXI, o que tem levado a investimentos de quase US$ 15 bilhões até a safra 2012/13 para aumentar a produção dos atuais 425 milhões de toneladas de cana para 694 milhões de toneladas.

A produção brasileira de cana-de-açúcar está principalmente concentrada na Região Centro-Sul do Brasil, sendo que o Estado de São Paulo é o principal pólo de produção e detentor das usinas com maior produção desta região. A maior concentração de canaviais é verificada na porção nordeste do Estado (20,83 % da área total), onde a área plantada com cana-de-açúcar passou de 1,08 milhão de hectare em 1988 para 2,29 milhões de hectares em 2003, de acordo com Criscuolo et al. (2005), citada por Carvalho (2007).

2.2 O plantio da cana-de-açúcar

O objetivo final de uma exploração agrícola comercial sempre é o lucro, sendo que o mesmo deve ser maximizado, respeitando aspectos sociais e ambientais. Desta forma, sempre que possível, os fatores de produção devem ser adequadamente

manejados e gerenciados pelo homem através de sistemas de planejamento, execução e controle (ORLANDO FILHO et al., 1994). No entanto, quaisquer estratégias visando aumentos de rendimento agrícolas devem ser consideradas do ponto de vista técnico-econômico, não tendo que alcançar, necessariamente, máximos de produção (PEIXOTO et al., 1988).

Para o autor supracitado, dentre os aspectos a serem considerados, estão a densidade de plantio e o espaçamento entre sulcos, os quais podem proporcionar relativamente grandes aumentos de rendimento sem onerar os custos de produção, ou mesmo reduzindo-os. Entretanto, há necessidade de se considerar as opções técnicas adequadas à obtenção de altos rendimentos, nos diferentes casos, tais como qualidade de semente, umidade do solo, condições físicas, químicas e biológicas do solo, além da qualidade do serviço, nas diferentes etapas do cultivo e da colheita.

Em complemento a Peixoto et al. (1988), Simões Neto (1986) afirma que, dentre os muitos fatores que causam alterações na produtividade agrícola da cana-de-açúcar, podem ser citados também: emergência deficiente, nutrição inadequada, teor de água disponível insuficiente e ataques de pragas e doenças.

Castro (1999), citado por Marchiori (2004), classifica os fatores de produção vegetal que afetam direta e indiretamente os processos fisiológicos das plantas de acordo com o esquema demonstrado na Figura 1, mostrada na próxima página.

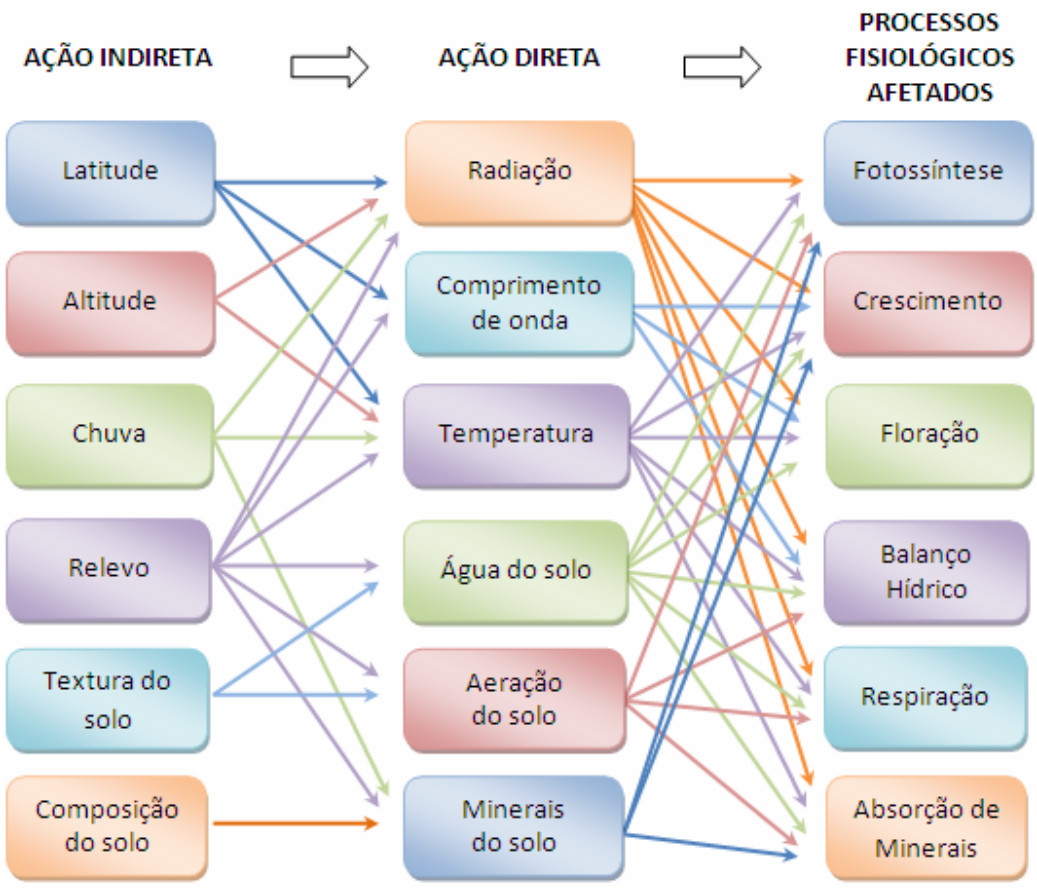

Figura 1 - Fatores de produção vegetal que afetam direta e indiretamente os processos fisiológicos das plantas
Adaptado de CASTRO (1999)

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).

Para Carlin et al. (2004), uma das características de maior importância para se ter uma boa produtividade final, ou bom estande de mudas, está relacionada com as práticas de plantio, levando em consideração fatores indispensáveis à otimização da cultura.

A importância de um bom plantio nos desempenhos almejados deve ser analisada concomitantemente aos custos inerentes às operações realizadas durante

esta etapa, os quais podem representar aproximadamente 14,5 % dos custos de produção (VICENTE; FERNANDES, 2004).

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

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

Já um plantio de boa qualidade tem influência direta não somente nos fatores que determinarão se a cultura terá uma boa produtividade após a colheita, mas também na redução dos custos de produção da cultura. Sendo assim, visando o controle da qualidade do plantio para obtenção de produtividades ótimas e redução de custos, nos próximos itens serão discutidos os principais aspectos que afetam e/ou refletem, direta ou indiretamente, a qualidade desta operação.

2.2.1 Aspectos agronômicos influenciados pela qualidade do 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 Quintela (1996), o conhecimento do processo de brotação reveste-se de grande importância para o sucesso da cultura, pelo fato de que o canavial deverá ser explorado por um período médio de cinco anos. Um canavial implantado sem os conhecimentos básicos de plantio, poderá ter reduzido a sua longevidade, determinando como conseqüência, elevação dos custos de produção.

Esta etapa de desenvolvimento constitui uma fase importante, pois uma boa brotação reflete em um bom início, que trará à área cultivada plantas vigorosas, as quais resultarão, no final do ciclo, em colheita compensadora (CARLIN et al., 2004).

Para 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, pois a quantidade de perfilhos que conseguem atingir a maturidade determinará a quantidade de colmos da lavoura.

2.2.1.1 Brotação

Stolf et al. (1984) citados por Ripoli (2006) estudaram a influência do plantio mecanizado no índice de germinação da cana-de-açúcar. Compararam os resultados do sistema semi-mecanizado (convencional) com as plantadoras Planimasa 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; semi-mecanizado = 38 %, Plantocana = 37,2 % e Planimasa = 35,5 %.

Segundo Simões Neto (1986), a cana-de-açúcar é propagada vegetativamente através das gemas laterais contidas em pedaços de colmo, chamados de rebolos. Van Dillewijn (1952), citado por Marchiori (2004), explica que este procedimento é normalmente feito com rebolos contendo duas ou três gemas no estado latente, as quais, encontrando condições favoráveis, passam ao estado ativo de crescimento e desenvolvimento, ou brotação.

A brotação tem inicio 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).

Complementarmente ao conhecimento do processo de brotação, é necessário conhecer também os fenômenos que interferem sobre o mesmo e qual é influência destes no desenvolvimento da planta. Sendo assim, devemos levar em consideração a afirmação apresentada no trabalho de Simões Neto (1986), na qual o processo de brotação das gemas nos rebolos de cana-de-açúcar depende de fatores endógenos e exógenos.

Fatores endógenos podem ser definidos como todas as características e comportamentos fisiológicos do rebolo que podem interferir na brotação e no

desenvolvimento da cana. Exógenos são os fatores externos que tem influência direta ou indireta na brotação e no desenvolvimento da cana.

2.2.1.1.1 Fatores Endógenos

Clements (1940), citado por Rocha (1984), ao estudar os fatores que afetam a emergência da cana-de-açúcar em rebolos de 3 gemas da parte apical, mediana e basal da variedade H109, constatou que dentre os fatores internos (ou endógenos) estão a idade das gemas, seu comprimento com particular referência para seu número de nós, a posição da gema nos rebolos, sua composição e a presença ou ausência da bainha da folha.

Dos trabalhos consultados para redigir este item, pôde-se elaborar um organograma (Figura 2) mostrando os principais fatores endógenos que podem vir afetar a brotação das plântulas, e conseqüentemente a qualidade do plantio e o rendimento da produção da lavoura.

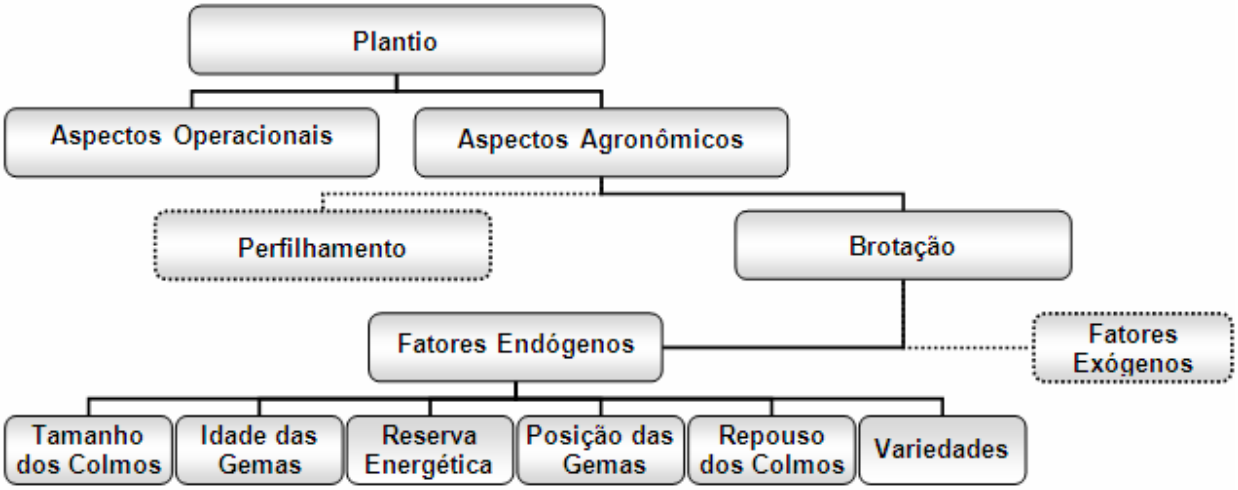

Figura 2 - Fatores endógenos que podem afetar a qualidade do plantio

A seguir, serão comentados, sem maiores aprofundamentos, os fatores mostrados na Figura 2.

2.2.1.1.1.1 Tamanho dos rebolos

Tradicionalmente, a multiplicação de canaviais é feita através do corte dos colmos da cana-de-açúcar em rebolos com uma ou mais gemas. Rebolos com 3 gemas são tomados como básicos, mas existem variações que vão de duas a sete gemas (LEE, 1984).

Segundo Quintela (1996), o fracionamento em rebolos é realizado visando garantir uma boa percentagem de brotação, uma vez que rebolos com maior número de gemas tem sua percentagem de brotação diminuída em decorrência da dominância apical.

Segundo Gheller (1995), citado por Marchiori (2004), o fracionamento 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), também citado por Marchiori (2004), abordou as questões da brotação inicial nos rebolos, citando 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.

Outro fator agravante que também explica a utilização de rebolos com 3 gemas é o fato de que canaviais obtidos a partir do plantio de canas inteiras, ou com grande número de gemas por rebolo, apresentam mais falhas e um maior índice de levantamentos de pontas (LEE,1984).

Marchiori (2004) exemplifica o fato supracitado através da citação de Tomer (1969) dando como referência o trabalho realizado por (THAKOR e JAISWAL), onde foi reportada a condução de ensaios em Pusa (Índia) para estudar a produção por área e teores de sacarose da variedade BO32 em relação a diferentes tamanhos de rebolos na época de plantio usando rebolos de 1, 3 e 6 gemas e colmos inteiros. Os rebolos de 3 gemas deram o rendimento máximo por área, o qual foi 45 %, 6 % e 22 % maior do que

aqueles obtidos de 1 gema, 6 gemas e colmos inteiros, respectivamente (CHOW, 1949 citado por MARCHIORI, 2004).

Complementarmente ao trabalho elaborado por (THAKOR e JAISWAL), pode-se citar o estudo de Rocha (1984), que teve como objetivo verificar a emergência, o perfilhamento e a produção de colmos, em função das épocas de plantio. O trabalho foi realizado em Piracicaba - SP, utilizando a variedades NA56-79, CB41-76 e IAC52/150 e dentre as conclusões obtidas a partir dos resultados, foi mencionado que rebolos de 3 gemas formam touceiras mais vigorosas e com um maior número de colmos, e que os colmos gerados são mais altos, de maior diâmetro e peso.

2.2.1.1.1.2 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).

Sendo assim, existe, num mesmo colmo, um gradiente de brotação por causa da diferença de idade entre as gemas que vão do ápice (mais novas) às da base (mais velhas) (CASAGRANDE, 1991).

Para justificar este fenômeno, 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 referencia 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.

2.2.1.1.1.3 Reserva energética

Mesmo apresentando uma alta percentagem de emergência (84,1 %), segundo Chow (1949) citado por Marchiori (2004), em rebolos com 1 gema a percentagem de

emergência revelou-se negativamente, pois, constatou-se neles a maior porcentagem de mortalidade de brotos primários (17,2 %).

Estes valores podem ser explicados pelo fato dos rebolos menores (de 1 gema) apresentarem menores reservas energéticas, o que influenciou diretamente no vigor das plântulas que conseguiram emergir. Este fato foi constatado por Worden (1963), citado por Frazão (1976), que utilizou gemas retiradas do colmo, visando uma possível mecanização do plantio, obteve 80 % de germinação. No entanto, observou também que houve uma diminuição no vigor das plântulas e o perfilhamento foi menor. Sendo assim, o autor, concluiu que a perda de vigor poderia ser atribuída à nutrição insuficiente da planta ou devida a reserva nutricional da gema.

A gema utiliza as reservas do rebolo para emergir: quanto maior a quantidade dessa reserva, mais rapidamente a gema brotará e mais vigoroso será o broto emerso (SIMÕES NETO, 1986).

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 à 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.

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 entre-nó, melhor é a germinação e o desenvolvimento do broto.

2.2.1.1.1.4 Posição das gemas do rebolo ao ser colocado no sulco

Segovia (1974), citado por Frazão (1986), 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 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.

Clemens (1964), também citado por Frazão (1986), comprovou que gemas voltadas para cima emergem primeiro, enquanto que gemas voltadas para baixo requerem cerca do dobro do tempo para emergir, devido à maior distância que seus brotos tem que vencer para alcançar a superfície do solo. O mesmo autor constatou também que quando são utilizados rebolos de duas gemas e a mais jovem é colocada para cima, a germinação da segunda é afetada, tanto pela dominância apical, como pela maior distância a percorrer para alcançar a superfície. Observou ainda que rebolos plantados com as gemas em posição lateral apresentam germinação consideravelmente melhor, dando destaque a rebolos de 3 gemas.

Frazão (1986) cita também o trabalho realizado por Chang e 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.

2.2.1.1.1.5 Armazenamento ou repouso dos colmos

Bovi (1982) com a finalidade de estudar a viabilidade do armazenamento de mudas de cana-de-açúcar por determinados períodos, realizou, no Estado de São Paulo, 2 ensaios de campo com mudas obtidas para plantio de cana de ano e de ano e meio. Colmos inteiros, com 12 meses de idade, de 3 variedades (NA56-79, CB41-76 e IAC52/150) 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 conseqüência 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.

Rocha (1982), em uma das conclusões de seu trabalho realizado com canas das variedades NA56-79, CB41-76 e IAC52/150, afirma também que tanto para culturas de ano e de ano e meio, quanto mais se retardar o plantio, menores serão os comprimentos dos colmos produzidos na primeira colheita.

Pino (1966), citado por Frazão (1976), realizando estudo sobre a germinação da variedade PR-980, plantou rebolos de 8 meses de idade com 2, 3 e 5 gemas, sendo que esta operação foi realizada no 2°, 4° e 6° dia após o corte. Concluiu que a porcentagem de germinação foi semelhante nos rebolos de 2 e 3 gemas, e significativamente maior em relação aos de cinco gemas. A germinação foi marcadamente reduzida com a extensão do período entre corte e o plantio, desde 2 até 4 dias, e essa redução foi consideravelmente maior naqueles rebolos que ficaram 6 dias desde o corte até o plantio.

Outro agravante 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 (LEE; SILVA, (1987) citados por CARNEIRO et al., 1995).

2.2.1.1.1.6 Variedade utilizada

Segundo Casagrande (1991), citado por Carlin et al. (2004), mesmo havendo condições ambientais idênticas, a brotação pode ser diferente entre as variedades de cana-de-açúcar. A boa capacidade de brotação é uma característica desejável das variedades, principalmente quando o período de plantio envolve épocas com condições ambientais desfavoráveis. 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 (aspectos 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 (CARLIN et al., 2004).

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.

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.

2.2.1.1.2 Fatores Exógenos

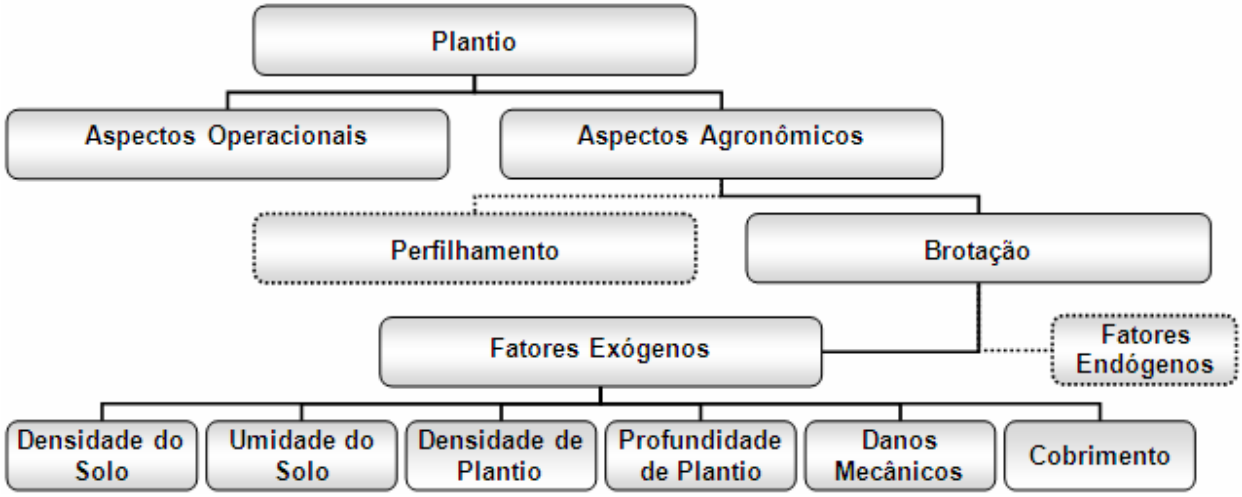

Figura 3 - Fatores exógenos que podem afetar a qualidade do plantio

2.2.1.1.2.1 Profundidade de plantio

De acordo com Casagrande (1991), citado por Carlin et al. (2004), em relação à profundidade de plantio há que se considerar 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.

Em estudo realizado por Carlin et al. (2004), 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.

2.2.1.1.2.2 Temperatura e Umidade do Solo

A influência do calor e da umidade do solo, como fatores externos sobre a brotação da cana-de-açúcar é destacada por vários pesquisadores, sendo que a temperatura é um dos mais influentes sobre a emergência da cana-de-açúcar. A esse respeito, King (1934), citado por Simões Neto (1986), já citava que são precisos, em média cerca de trinta dias nas regiões subtropicais, como o HAWAI, para que os rebolos emitam brotos.

De acordo com Casagrande (1991) e Irvine (1983), citados por Suguitani (2006), a temperatura ideal para a emergência das gemas está na faixa entre 27 a 32ºC, sendo que temperaturas abaixo de 5º C e acima de 45º C têm efeito prejudicial.

Em outros trabalhos realizados por autores como Dillewijn (1952), Varret (1927) e Barbieri (1993), todos também citados Suguitani (2006), foram observadas diferenças de temperatura ótima para germinação entre variedades em função do centro de origem. Variedades de origem subtropical têm faixa ótima com temperaturas menores, de 26 a 33º C, enquanto que as de origem tropical têm faixa ótima entre 34 e 38º C.

Já Barbieri e Villa Nova (1977), citados por Beauclair e Scarpari (2006), concluíram que 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.

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 %.

Beauclair e Scarpari (2006), afirmam que 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.

2.2.1.1.2.3 Densidade de Plantio

Trabalhando com a variedade CB45-3, em três densidades de plantio (4, 6 e 8 t de cana.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.ha^{-1}, não fez aumentar o rendimento cultural, implicando apenas em aumento dos custos de produção.

Em trabalho realizado por Peixoto et al. 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, 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.ha^{-1} no plantio de viveiros para produção de mudas e de 3 a 5 t.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.

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 quanto menor é a quantidade de colmos primários por área, maior é o perfilhamento e as touceiras formadas têm maior número de colmos na colheita da cana-planta. Por outro lado, concluiu que, dependendo da variedade, o aumento da densidade de plantio pode provocar uma redução no peso colmo tanto na cana planta como na cana-soca. O autor recomenda que para as variedades NA 56-79 e IAC 52-150 sejam utilizadas densidades de 6 rebolos (12 gemas) por metro linear de sulco e que para a variedade SP-701143 seja utilizada uma densidade de 4 rebolos (8 gemas) por metro linear de sulco.

Beauclair e Scarpari (2006), comentam em capítulo de livro publicado por Ripoli et al. (2006), que atualmente a densidade de plantio adotada na implantação de um canavial é de aproximadamente 12 gemas por metro linear de sulco, a qual, dependendo da variedade e do seu desenvolvimento vegetativo, corresponde a um gasto de 7 a 10 toneladas de cana por hectare. Segundo os autores, é comum haver um gasto maior de mudas, pois através de um investimento relativamente pequeno, pode-se prevenir a presença de falhas que persistirão por 4 a 5 anos se houverem gemas inviáveis nas mudas utilizadas.

2.2.1.2 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 (SEGUITANI, 2006).

Segundo Castro (2001a), citado por Seguitani (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).

Segundo Alexander (1973), citado por Beauclair e 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.

2.2.1.2.1.1 Época de colheita

Baliero (1995), citado por Maule (1999), trabalhando com três cultivares de cana-de-açúcar, constatou que as cultivares apresentaram numero 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.

2.2.1.2.1.2 Época de plantio

Lonsdale e Gosnell (1976), citados por Prado (1988), estudaram o crescimento e qualidade de 4 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 continuadamente 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 à 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 (inicio 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, o número 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.

2.2.1.2.1.3 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 os plantios muito rasos, combinados com o ar seco e quente, também podem provocar atraso no crescimento dos colmos.

2.2.1.2.1.4 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.

2.2.1.2.1.5 Nutrição da planta

Segundo Trivelin (2000), citado por Faroni (2004), as maiores limitações do meio à produtividade da cana-de-açúcar, nas regiões canavieiras do Brasil, não se relacionam à radiação solar, à temperatura e, nem mesmo água, mas sim à disponibilidade de quantidades adequadas de nutrientes minerais nos solos, com destaque ao nitrogênio.

Segundo Orlando Filho e Rodella (1995), nos diversos estudos de deficiência de nitrogênio em cana-de-açúcar, além do diâmetro dos colmos ser sensivelmente diminuído, a redução do perfilhamento também tem sido destacado por diferentes autores como Dillewijn (1952), Accorsi (1978) e IAA/PLANALSUCAR (1977). No Havaí, Tanimoto e Burr (1959), também citados Orlando Filho e Rodella (1995), indicaram que

o perfilhamento, assim como o peso dos colmos e produção de açúcar dependiam mais da dose total de nitrogênio do que do fracionamento da aplicação.

Sendo assim, Orlando Filho e Rodella (1995) conduziram experimento que estudou o efeito de doses e fracionamento de nitrogênio sobre a produção agrícola e perfilhamento da variedade SP70-1143, cultivada pela primeira vez em solo arenoso. Segundo os resultados obtidos, a aplicação de nitrogênio afetou o perfilhamento, indicando que a deficiência do nutriente é fator limitante no estabelecimento da população de colmos. Sendo assim, concluiu-se que a cana-planta respondeu à adubação nitrogenada e a dose ótima econômica foi de 121 Kg de $N.ha^{-1}$, sendo que as maiores produtividades foram obtidas para o esquema 20 kg de $N.ha^{-1}$ aplicados no plantio e o restante ao 4° mês.

2.2.2 Aspectos Operacionais do Plantio

2.2.2.1 Etapas do Plantio

O plantio de cana-de-açúcar é uma atividade singular dentro da agricultura. Para justificar esta afirmação deve-se ter em conta que a cultura é semiperene, ou seja, que fica instalada por um tempo superior a um ciclo agrícola tradicional, que vai de uma primavera a outra. Portanto, a fase produtiva da exploração, entre um plantio e outro, tem duração de 4 a 6 anos (na região Centro – Sul) ou até mais de 10 anos (no Nordeste). Após tais períodos há necessidade do preparo do solo, ou pré-plantio, o qual dará condições para que seqüencialmente seja iniciada a etapa de plantio.

2.2.2.1.1 Preparo do solo

Segundo Beauclair e Scarpari (2006), tendo a cana-de-açúcar um sistema radicular profundo, um ciclo vegetativo econômico de quatro anos e meio ou mais e uma intensa mecanização que se processa durante esse longo tempo de permanência da cultura no terreno, o preparo do solo deve ser profundo e esmerado. Salientam também que as unidades sucroalcooleiras não seguem uma linha uniforme de preparo de solo, tendo cada uma seu sistema próprio, variação essa que ocorre em função do tipo de solo predominante e da disponibilidade de máquinas e implementos.

No entanto, generalizando, pode-se afirmar que o preparo do solo é constituído pelas etapas de gradagem, subsolagem, levantamento de curvas de nível, encabeçamento de curvas e aplicação de corretivos, tendo por objetivo preparar a área para receber as mudas e proporcionar condições de solo ótimas para o desenvolvimento inicial da planta.

2.2.2.1.2 Gradagem

Segundo Vicente e Fernandes (2004), a gradagem é o processo que utiliza um conjunto formado por um trator pesado, de pneus ou de esteiras, sendo mais comum o de pneus, que traciona uma grade.

As grades, de discos ou de dentes, são implementos ou máquinas agrícolas dotados de órgãos ativos que ao se deslocarem com uma parte penetradas na massa de solo, provocam o deslocamento lateral da porção diretamente em contato com a superfície em movimento. No caso das grades de discos, os órgãos desagregadores (ou discos), têm ações combinadas de corte e impacto, resultando em maior efeito desagregador (GAMERO; LANÇAS, 1996).

A grade ao movimentar lateralmente a massa de solo, promove o seu destorroamento, facilitando o trabalho na eliminação das plantas existentes na área, inclusive as soqueiras velhas da cana-de-açúcar. Em média, são feitas quatro gradagens pesadas por hectare visando à eliminação de plantas remanescentes. Em condições de menor precipitação (chuvas) ou quando a quantidade de plantas a se eliminar é menor, pode-se reduzir o número de gradagens (VICENTE; FERNANDES, 2004).

2.2.2.1.3 Subsolagem

Esta operação é realizada quando as áreas que estão sendo preparadas apresentam uma camada de impedimento físico, ou seja, existe uma camada endurecida no subsolo que pode prejudicar o desenvolvimento das raízes da cultura a ser implantada no local. A subsolagem também é feita pelo mesmo trator pesado, equipado com um implemento conhecido como subsolador (VICENTE; FERNANDES, 2004).

O órgão ativo do subsolador está disposto na parte inferior de uma haste e atua nas camadas sub-superficiais, rompendo a massa de solo à frente e lateralmente, desagregando o perfil de baixo para cima (GAMERO; LANÇAS, 1996).

Estas hastes são introduzidas no solo a uma profundidade média de 50 cm, onde se encontra a camada endurecida do sub-solo, rompendo-a e conseqüentemente, melhorando as condições para o desenvolvimento das raízes das plantas. É realizada somente uma vez durante o preparo do solo, e geralmente antes da última gradagem (VICENTE; FERNANDES, 2004).

2.2.2.1.4 Curvas de nível

As curvas de nível são marcadas por um profissional da área de topografia, sendo que cada curva deve manter a mesma cota (altitude) em toda a sua extensão. A distância entre curvas, e conseqüentemente a quantidade de curvas por hectare plantado, varia em função da declividade e da cultura a ser implantada. Sua função é o controle da erosão do solo em épocas chuvosas (VICENTE; FERNANDES, 2004).

2.2.2.1.5 Encabeçamento

O encabeçamento das curvas consiste no arremate das pontas das curvas de nível e nos cruzamentos das mesmas com os carreadores e estradas da lavoura. Este processo é realizado visando retirar a água de chuva dos mesmos e distribuí-la nas curvas, evitando assim a formação de erosão nas estradas e carreadores, cujo trabalho é realizado por uma motoniveladora (VICENTE; FERNANDES, 2004).

2.2.2.1.6 Plantio

Segundo Ripoli (2004), a grosso modo, o plantio da cana-de-açúcar envolve três etapas distintas. A primeira ocorre fora do local a ser plantado, ou seja, trata-se da colheita manual das mudas ou então por meio de colhedoras de cana picada em um “talhão-viveiro”, obviamente sem queima prévia. A segunda etapa vem a ser a sulcação da área de plantio e distribuição das mudas e por último a cobertura das mesmas.

2.2.2.1.7 Colheita das mudas de cana-de-açúcar

Para o plantio da cana-de-açúcar, são utilizadas mudas produzidas em viveiros, o que garante a sua qualidade, sendo que a reprodução é feita por meio de colmos do próprio viveiro. A colheita das mudas pode ser realizada manualmente ou então por meio de colhedoras de cana picada em um “talhão-viveiro”, obviamente sem queima prévia.

2.2.2.1.8 Sulcação

A sulcação consiste na abertura dos sulcos onde serão colocadas as mudas de cana-de-açúcar. O serviço de sulcação é realizado por tratores pesados equipados com sulcadores e adubadoras, que fazem os sulcos e ao mesmo tempo aplicam adubo, na dose recomendada e baseada na análise de solo realizada previamente, dentro do sulco.

Toledo (1962), citado por Berto (1986) cita que a profundidade do sulco de plantio, de um modo geral, varia de 20 a 30 cm e que as menores de 20 cm facilitam o tombamento dos colmos, principalmente pela ação dos ventos e, as maiores de 30 cm provocam redução no rendimento. Contudo, Dantas (1964), citado pelo mesmo autor, sugere que o sulcamento deve ser feito usualmente com 30 a 40 cm de profundidade, para garantir profunda penetração do sistema radicular no solo, o que é importante para que a planta possa resistir à estação seca e produzir boas socas.

Em trabalhos sobre sistema de produção para o Norte Fluminense, VIANA et al. (1979), citados por Berto (1986), indicam profundidades de sulco com cerca de 25 cm.

Peixoto (1983), citado por Berto (1986), relata que a profundidade de sulcagem deve variar entre 20 e 30 cm, dependendo do tipo de solo e as condições de temperatura e umidade na época do plantio, concordando com Beauclair e Scarpari (2006), os quais afirmam que o espaçamento, regra geral, a profundidade dos sulcos varia de 20 a 25 cm com largura determinada pela abertura das asas do sulcador num ângulo de 45°, com pequenas variações dependendo da textura do solo.

Com relação ao espaçamento a ser adotado no cultivo da cana-de-açúcar, Veiga e Amaral (1952), citados por Berto (1986), comentam o trabalho do Martim (1948), que ao pesquisar sobre espaçamentos, relatou que os maiores espaçamentos entre sulcos

permitem mais rápida maturação dos colmos, interessando para os cultivos em regiões mais frias, não se justificando, porém para regiões tropicais, de clima mais quente, cujo longo período de estiagem pode acelerar o amadurecimento da cana.

Ortega e Mazon (1962), citados por Berto (1986), pesquisando na Venezuela, espaçamentos de 1,2, 1,4, 1,6, 1,8 e 2,0 m entre sulcos, utilizando cinco variedades de canas com 3, 6 10 e 12 gemas por metro de sulco, concluíram que as densidades de plantio de 10 e 12 gemas.m^{-1} e os espaçamentos de 1,2, 1,4 e 1,6 m, apresentaram maiores produtividades.

2.2.2.1.9 Transporte e distribuição de mudas

A muda de cana-de-açúcar é transportada por caminhão até o local do plantio, e no local é distribuída manualmente dentro dos sulcos. A distribuição das mudas de cana-de-açúcar nos sulcos pode ser manual ou mecanizado, dependendo do sistema de plantio adotado.

2.2.2.1.10 Cobrimento, aplicação de inseticida e retampa

Após a distribuição das mudas são realizados o cobrimento das mudas e a aplicação de inseticida por tratores equipados com cobridor de cana-de-açúcar. A retampa é um serviço manual, utilizado para corrigir as falhas na cobertura da cana-de-açúcar deixadas pelo equipamento.

2.2.2.2 Tipos do Plantio

Segundo Ripoli (2004), existem três sistemas de plantio em utilização no Brasil: o manual, o semi-mecanizado e o mecanizado. O primeiro tem uma maior ocorrência em regiões com relevos acima de 50 % do Nordeste brasileiro e é caracterizado pelo fato de todas as operações de plantio serem manuais. No segundo sistema, a sulcação é efetuada mecanicamente, a deposição das mudas é manual, lançadas de caminhões de carga e a cobertura (e adubação de superfície) também ocorrem mecanicamente. No sistema mecanizado, realizam-se todas as operações citadas anteriormente (sulcação, deposição de mudas, adubação e cobrimento do sulco), e ainda realiza a aplicação de agroquímicos de solo.

2.2.2.2.1 Sistema semi-mecanizado

Neste sistema de plantio, após a sulcação que é efetuada mecanicamente, a distribuição de mudas é executada de forma manual. A despalha das mudas é feita de forma manual para evitar a danificação das gemas. Em seguida as mudas são carregadas em um caminhão ou trator acoplado de uma carreta depósito e transportadas até o local do plantio. O veículo de transporte entra no talhão no sentido dos sulcos e uma equipe formada de 2 a 6 homens, retira da carroceria as mudas ainda em forma de colmos e as distribuem nos sulcos, cruzando a base de um colmo, com a ponta do seguinte. Em seguida, uma equipe munida de facões desinfetados, percorrem os sulcos individualizando os colmos das mudas em rebolos de aproximadamente 3 gemas. Após esta operação chamada de “picamento”, as mudas serão cobertas com aproximadamente 8 cm de terra, variando segundo o tipo e o preparo do solo e as condições climáticas da época. Neste tipo de plantio o cobrimento das mudas e a aplicação de inseticida é feita mecanicamente por tratores equipados com cobridor de cana-de-açúcar. Já a retampa é executada de forma manual, onde operários percorrem os sulcos corrigindo falhas na cobertura dos mesmos.

2.2.2.2.2 Sistema mecanizado

O plantio mecanizado possibilita a mecanização total das operações de plantio, executando de uma só vez a sulcação, adubação, distribuição de rebolos e cobrimento.

Segundo Pinto e Moraes (1997), o sistema de plantio mecanizado elimina a mão-de-obra utilizada no corte manual da muda e parte do pessoal envolvido no plantio convencional, o que implica na redução de custos e maior facilidade de gerenciamento do sistema.

Contudo, algumas plantadoras não eliminam por completo a mão de obra, como a CIVEMSA modelo PCSA 2/2 usada neste trabalho, pois necessitam de mudas de canas inteiras para a operação do plantio, ou seja, necessitam de uma colheita manual das mudas. Outros modelos de plantadoras são próprias para colheita mecanizada e utilizam as mudas já em forma de rebolos, seccionados no momento da colheita.

Com os avanços da colheita mecanizada, impulsionada pela constante busca de redução de custos e a escassez de mão-de-obra, o plantio também está sendo

mecanizado, evitando a migração de mão-de-obra, melhorando a qualidade e eficiência do plantio, visto que as plantadoras de cana picada permitem plantar durante os períodos diurno e noturno reduzindo os custos operacionais.

A mecanização do plantio de cana picada demandou bom tempo de desenvolvimento e envolveu monitoramento de operações, desenvolvimento e aprimoramento de máquinas, melhoria da qualidade do plantio, e redução de custos.

O plantio mecanizado no Brasil começou por iniciativa do antigo Centro de Tecnologia da Copersucar, hoje Centro de Tecnologia Canavieira. Entre 1989 e 1990, aconteceram os primeiros aprimoramentos e avaliações pela Copersucar dos equipamentos testados em 1989. Em 1991, o então CTC fez estudos de viabilidade para fabricar a plantadora no Brasil, tendo como base a plantadora de uma linha da Bonel.

2.2.2.3 Potência disponível e requerida na barra de tração

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

Segundo Milan (2004) o ponto fundamental para o dimensionamento do conjunto trator/implemento refere-se ao cálculo da potência fornecida pelo trator agrícola na barra de tração (PD_{BT}) e a potência exigida na barra de tração pelo implemento (PR_{BT}), com o objetivo de obter o conjunto mais adequado para a realização das operações.

2.2.2.4 Raio e espaço de giro

Em relação a raio e espaço de giro, 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, deslocam-se em círculo, com o volante da direção totalmente esterçado 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 em nível, sobre o qual o espécime desloca-se em condições idênticas às definidas para o raio de giro.

2.2.2.5 Custos

No processo de mecanização agrícola a seleção das máquinas pode ser analisada sob vários aspectos, que variam desde a preferência pessoal até o dimensionamento técnico e econômico feito por profissionais capacitados.

O dimensionamento técnico busca avaliar se as características das máquinas atendem as necessidades exigidas pelo sistema de produção. Já no dimensionamento econômico o que se avalia são os custos de propriedade envolvidos, fator fundamental para se determinar o retorno da atividade agrícola.

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 despende na máquina e na outra atividade.

Classicamente o custo direto ou horário é dividido em custos fixos e variáveis. Os custos fixos que independem do uso da máquina, englobam depreciação, juros, alojamento e taxas. Já os custos variáveis, dependem exclusivamente do uso, engloba gastos com combustível, reparo e manutenção, razão pela qual podem ser

influenciados pelo local do trabalho, relevo, habilidade do operador, manutenção e regulagens do conjunto/máquina.

Barger et al. (1966), citado por Molina Junior (1998) consideram que a vida útil da maquinaria agrícola não diz respeito somente ao tempo de uso, mas à conservação, obsolescência e à mudança de atividade da empresa. Comentam também a dificuldade na estimativa da depreciação dos equipamentos decorrente da inexatidão na avaliação de sua vida útil. Concordando com essa afirmação, Mialhe (1974) utiliza o termo vida útil como sinônimo do tempo que decorre da compra do equipamento e sua rejeição como sucata, comentando que, no entanto, deveria ser visto como seu tempo de uso econômico. Hunt (1977) classifica a vida útil da maquinaria agrícola como física, econômica e contábil.

O custo operacional é obtido através da relação entre o custo horário do equipamento ou o conjunto e a sua capacidade de trabalho. Com o custo operacional definido, é possível efetuar comparações entre os diferentes sistemas mecanizados.

Já o custo horário de um determinado conjunto/máquina é obtido pela somatória do custo horário do trator e do implemento. A capacidade de campo operacional, ou capacidade de trabalho depende de variáveis como largura e velocidade de trabalho e da eficiência de campo.

Segundo Isik e Sabanci (1993), citado por Milan (2004), o retorno financeiro das atividades de uma propriedade agrícola está ligado no longo prazo ao planejamento do sistema mecanizado e no curto prazo à aplicação correta da maquinaria.

O site www.atdveda.com.br (2005) informa que o motor veicular Perkins 1006TAG apresenta um consumo de combustível da ordem de 39,2 $L \cdot h^{-1}$, em plena carga com óleo diesel de peso específico de 0,85.

Segundo Balastreire (1987), para estimativas de Eficiências de Campo (%), pode-se considerar, para máquinas que requerem abastecimentos periódicos de fertilizantes, agro-químicos e órgãos de reprodução, valores entre 50 a 85 %.

Mialhe (1974) citando norma da ASAE diz que deve ser considerado, para estimativa de gastos com reparos e manutenção de tratores de pneus, um valor de 120 a 150 % do valor inicial do equipamento durante a sua vida útil. Para estimativas de manutenção diária e lubrificantes, incluindo mão-de-obra e material, preconiza-se 1 %

ao ano sobre o valor inicial do trator. Por fim, para serviços de reparos e manutenção propõe de 78 a 100 % do valor inicial durante a vida útil.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

3.1.1 Local do ensaio

Os ensaios de campo foram realizados nos dias 6 e 7 de outubro de 2005, em área cedida pelo grupo COSAN (unidade Costa Pinto), no município de Piracicaba, SP, localizada nas coordenadas geográficas: Latitude 22º41'18" S e Longitude 47º36'40" W, tendo como referência o elipsóide WGS-84 e abrangeu uma área aproximada de 0,72 ha. A face de exposição solar predominante foi a Leste apresentando de 2 a 4 % de inclinação de relevo. A área apresenta ainda os tipos de solo: Nitossolo Vermelho segundo a nova nomenclatura proposta pela Embrapa (1999) antigo "Latossolo roxo" segundo a classificação anterior (CAMARGO, 1987) e Nitosolo ou antiga "Terra roxa estruturada".

3.1.2 Defensivos e Fertilizantes

O defensivo agrícola utilizado no combate as pragas do solo foi o Carbofenil (Furadan), na dosagem de 6 $L.ha^{-1}$ misturado a 0,250 Kg de Fipronil (Regent 800 WG) utilizado para combater Cupim, migdolus e broca. A formulação de adubo adotada foi 10-25-25, na dosagem de 500 $Kg.ha^{-1}$.

3.1.3 Fontes de potência utilizadas

Para preparo do solo:

Para as operações de preparo do solo, foi utilizado um trator Valtra 4x2 TDA[1] de 180 cv no motor, modelo BH180:

Sistema semi-mecanizado:

Para as operações no sistema semi-mecanizado, utilizou-se dos seguintes equipamentos:

- Sulcação:Trator marca Valtra, modelo BH180, 4x2 TDA[1] de 180 cv.

[1] Tração dianteira auxiliar

- Carreta de Mudas: Trator marca Massey Fergusson, modelo 275, 4x2 TDA de 75 cv no motor.

-Cobertura de sulco: Trator marca Massey Fergusson, modelo 5275, 4x2 TDA de 75 cv no motor.

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

Figura 4 - Sulcação e adubação (A); Distribuição manual dos colmos (B); Fracionamento dos colmos (C); Cobrimento e aplicação de defensivos (D)

Mecanizado:

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

- Trator marca Massey Fergusson, modelo 6360, 4x2 TDA de 220 cv no motor.

- Plantadora marca Civemasa, modelo PCSA 2/2.

Além destes equipamentos acima citados, foram necessários:

- 1 operador para plantadora.

- 4 operários.

Figura 5 - Trator Massey Fergusson modelo 6360 e Plantadora Civemasa modelo PCSA 2/2 (A); Operários destinados a alimentação do mecanismo picador da plantadora (B)

Outros equipamentos:

Outras fontes de potência e unidades de transporte utilizados nas várias etapas que envolvem o plantio:

- 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;

3.1.4 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 = 1 ml (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 $1x10^{-1}$ Kgf.

- Célula de carga marca Kyowa, modelo LU5TE, com capacidade de carga de 5.000 kgf e menor leitura de $1x10^{-1}$ 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 marca CASIO, multifunção, fundo escala $1.10s^{-1}$.
- Trena de fibra, marca Eslon, com capacidade de 20m e leitura de $5x10^{-2}$ m;
- Trena Stanley de 3m/10 polegadas, menor leitura de $5x10^{-4}$m;
- Sacolas de "*nylon*" tipo "*Big-Bag*" com capacidade para 200 kg;
- Corda de "*nylon*";
- Fichas de campo;
- 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[2].
- Programa de análise estatística SAS.

3.2 Métodos

3.2.1 Medição e demarcação da área de plantio

A medição e demarcação das áreas destinadas ao plantio mecanizado e semi-mecanizado foram feitas por Estação Total. Em plano topográfico, demarcou-se uma área, com 200,00 m de comprimento de sulcos e uma largura suficiente para efetuar-se 6 repetições (tiros), ou seja, 12 sulcos para cada tratamento.

O preparo do solo foi o mesmo para o mecanizado e o semi-mecanizado.

3.2.2 Regulagens

As regulagens da plantadora Civemasa, bem como a operação de plantio, foram efetuadas pela equipe técnica da empresa fabricante, que acompanhou o processo de

[2] Marca registrada da Microsoft Corporation.

ensaio de campo. As regulagens e manejo envolveram: velocidade de deslocamento ($Km.h^{-1}$), quantidade de rebolos ($rebolos.m^{-1}$) na fileira de plantio e quantidade de terra sobre os rebolos (cobrição). O espaçamento padrão adotado foi de 1,50 m entre fileiras.

As regulagens da quantidade de defensivos e adubos foram também efetuadas pela empresa fabricante, conforme dosagens indicadas pela própria Usina Costa-Pinto. Informações técnicas e características de operação fornecidas pelo fabricante.

- Civemasa, modelo PCSA-2/L.
- Peso (kgf), sem carga: 6.190
- Cubagem do depósito de mudas inteiras (m^3): 11,50
- Cubagem do depósito de mudas em rebolos (m^3): 4,30
- Cubagem total de mudas (m^3): 15,80
- Capacidade média do depósito de mudas inteiras (kgf): 4.000
- Capacidade média do depósito de mudas em rebolos (kgf): 2.000
- Capacidade média total (kgf): 6.000
- Capacidade dos 2 depósitos de fertilizantes (kgf):290
- Capacidade do depósito de agroquímicos (L): 200
- Tamanho médio de rebolos recomendados (m): 0,37 a 0,40
- Opções de espaçamentos (m): 1,50 e 1,50
- Valor de mercado, à vista (R$) 150.000,00 (US$ 66.607,5)[3]
- Estimativa de peças de reposição por safra (R$): 11.047,00
- Capacidade operacional de plantio ($ha.h^{-1}$): 0,7 a 0,8
- Velocidade média efetiva de trabalho ($km.h^{-1}$): 6 a 8
- Raio de giro (m): não informado
- Potência mínima necessária para operação (cv): 150
- Número de operadores: 5
- Número de sulcadores e linhas de plantio: 2
- Profundidade máxima de sulcação (m): 0,3
- Especificação dos rodados: 4 unidades, em tandem: 400/60-15,5-14L
- Motores hidráulicos 4: Char-Lynn MOH07, vazão: 9,6 $L.min^{-1}$, pressão: 150 bar; (para adubadora) e Char-Lynn 0219, vazão: 21,35 $L.min^{-1}$ e pressão: 150 bar (para esteiras), Char-Lynn MOH14, vazão: 34.655 $L.min^{-1}$ e pressão: 150 bar .Estimativa de Potência consumida pelos 4 motores: 30,4 cv.

A plantadora Civemasa (tratamento mecanizado) apresenta os seguintes pontos de regulagem, visualizados na Figura 6 (A): Válvulas hidráulicas que permitem variar a rotação do picador fornecendo variabilidade de número de colmos picados por unidade de tempo; variar a rotação da esteira de borracha elevatória de rebolos (do depósito até a queda no sulco), ou seja, permite variar a quantidade de rebolos depositados por metro de sulco e variação na dosagem de adubo de acordo com recomendação

[3] Em 31/10/2005

agronômica. O conjunto apresenta, ainda, duas regulagens da velocidade da rampa que abastece a esteira com rebolos; Figura 6(B) painel com 6 comandos de acionamento elétrico e que permitem: acionar a esteira de borracha, que eleva ou abaixa a rampa (2 comandos), o picador, a aplicação de produtos fitossanitários, a aplicação de adubo; Figura 6(C) regulagem do espaçamento de plantio (1,40 ou 1,50 m); sulcadores apresentam mecanismo de desarme, em caso de excessiva resistência a sulcação.

Figura 6 - Pontos de regulagem da plantadora Civemasa, Comandos hidráulicos (A), Comandos elétricos (B), Sulcadores (C)

Permite a variação na largura do sulco regulagem dos cobridores de sulcos com 7 opções e no suporte frontal para variar a quantidade de terra sobre os rebolos Figura 7(A), adequação do cabeçalho das colhedoras à altura da barra de tração do trator e modificar o ângulo de ataque dos sulcadores (em função do tipo de solo), Figura 7(B) e no cilindro hidráulico que eleva ou abaixa a máquina, por meio de um ou mais anéis segmentados, de alumínio, permite fixar a profundidade de trabalho; Figura 7(C) reservatório de rebolos, cuja alimentação é regulada pela rampa. A tampa traseira é regulável em função do comprimento dos colmos de mudas e o mecanismo dosador de fertilizantes, por meio de rosca sem fim permite duas vazões.

Figura 7 - Pontos de regulagem da plantadora Civemasa, Discos cobridores de sulco (A), Anéis de regulagem para profundidade do sulco (B), Depósito e esteira elevatória de rebolos (C)

Pelas características de construção desta máquina, durante a operação não se consegue observar se os rebolos, o fertilizante e/ou a aplicação de agro-químico estão sendo depositados (aplicados) regularmente ou se, por qualquer razão, ocorreu alguma interrupção temporária.

3.2.3 Preparo e seleção das mudas

A variedade utilizada como muda no ensaio foi a SP80-3280 de 11 meses e primeiro corte. O preparo das mudas seguiu os critérios adotados na própria usina para um plantio convencional com colheita e despalha manual de cana crua feito por trabalhadores de campo.

3.2.4 Mensuração dos Colmos do plantio

Efetuaram-se duas determinações de biometria. A seleção das amostras efetuou-se 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, individualmente, cada colmo passou pela seguinte seqüência de determinações: comprimento (cm), diâmetro (cm) e contagem de gemas totais, viáveis e inviáveis.

Figura 8 - Gema considerada viável (A); Gema considerada inviável por danos causados no manuseio (B); Gema considerada inviável por ataque de pragas (C)

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 de gemas viáveis e inviáveis por colmo e também calculado o total de gemas por colmo. Posteriormente, obteve-se o comprimento médio dos colmos, o desvio padrão, a 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 um carregador de cana com célula de carga acoplada para efetuar a pesagem das amostras, o que posteriormente possibilitou a determinação do peso médio de cada colmo por amostragem.

3.2.5 Rebolos do plantio

Os colmos foram fracionados em rebolos de aproximadamente 30 cm, utilizando-se o mecanismo picador da plantadora Civemasa PCSA 2/2, e armazenados em sacolas tipo *"big-bag",* para mensuração dos comprimentos dos rebolos 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, por meio da comparação da quantidade de gemas inviáveis dos colmos com as dos rebolos, foi possível determinar a quantidade e percentual de gemas danificadas pelo mecanismo picador da plantadora.

3.2.6 Plantio Semi-mecanizado e Mecanizado

Na área previamente delimitada, foram efetuados os plantios do tratamento semi-mecanizado e mecanizado. Para cada tratamento foram plantados 12 sulcos, ou seja, 6 repetições (tiros).

3.2.7 Granulometria e umidade do solo

No mesmo dia do plantio mecanizado e semi-mecanizado, após a finalização do plantio de cada tratamento, foram recolhidas, casualmente, 10 amostras de solo, à profundidade de sulcação. Posteriormente, no laboratório de solos do Depto. de Engenharia Rural / ESALQ, efetuaram-se as análises granulométricas de acordo com método laboratorial padrão. Para umidade do solo, o método utilizado foi o termogravimétrico com base em peso descrito. Já para a análise granulométrica, o método utilizado é de análise do tamanho de partícula, conforme Dane et al. (2002).

3.2.8 Sulcos

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

Para as determinações de profundidade de sulcação foram tomadas 20 amostras por tratamento. Para as demais, foram tomadas 10 amostras por tratamento (aos 40, 60, 100, 140 e 180 m), ao longo de 10 sulcos centrais de plantio por tratamento (2 sulcos por tratamento foram eliminados como bordadura).

3.2.9 Brotação e Perfilhos

Posteriormente, aos 30 e 60 dias após o plantio (DAP), foram efetuadas as determinações para brotação e tamanho de perfilhos.

Para determinar o número de brotações, foram realizadas amostragens ao longo de 4 metros lineares, intercalados a cada 20 metros, Figura (9). Os 10 metros iniciais de cada sulco foram eliminados para evitar os possíveis trechos de instabilidade da plantadora. Em cada uma destas amostragens, contou-se o número de perfilhos. Assim, foram efetuadas 96 amostragens por tratamento em cada uma das épocas de leituras. Como cada amostragem correspondeu a 4 m, obteve-se um comprimento total amostrado de 384 metros lineares por tratamento. Por meio de demarcações com estaca foi possível efetuar as contagens dos perfilhos sempre nos mesmos locais.

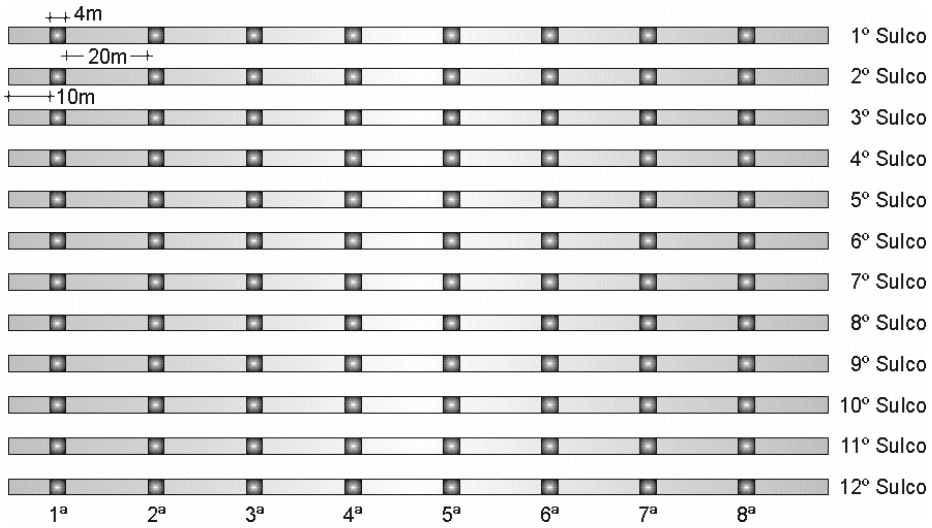

Figura 9 - Croqui do critério adotado para determinação de brotação e tamanho de perfilhos

3.2.10 Falhas de brotação

Aos 90 dias após o plantio de cada tratamento, determinou-se, ainda, as falhas de brotação. Foram registradas todas as falhas ocorridas, tendo em vista que o método utilizado não foi por amostragem e sim o de percorrer linearmente todos as fileiras de cana e determinar todas as falhas encontradas nos tratamentos. Conceitualmente, definiu-se como falha real de plantio os espaços maiores que 30 cm na fileira, considerando como referência o tamanho médio dos rebolos obtidos no ensaio de biometria. A percentagem de falhas foi obtida pela relação da soma desses espaços

pelo comprimento da fileira de cana levantada. Os 10 metros iniciais e finais de cada fileira foram desconsiderados.

3.2.11 Estimativa da quantidade de mudas plantadas (mudas.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.

$$Qm = m \times R \times Cs \times 1000 \quad (1)$$

Onde:
Qm = Quantidade de mudas (t.ha^{-1});
m = Massa do Rebolo (kg.rebolo^{-1});
R = Número de Rebolos (rebolos.m^{-1});
Cs = Comprimento total do sulco (m.ha^{-1});
1000 = conversão de Kg.ha^{-1} para t.ha^{-1};

3.2.12 Força de tração exigida pela operação

Ao lado dos ensaios de plantio, portanto, sob mesmas condições de solo e de seu preparo, efetuaram-se as determinações de força de tração exigida pelas plantadoras em operação de sulcação no sistema semi-mecanizado. Adotou-se a metodologia proposta por Gamero e Lanças (1996), onde:

$$FTm = FTi \,.\, tp^{-1} \quad (2)$$

onde:
FTm = força de tração média (kgf);
FTi = força de tração integrada (kgf.s^{-1});
Tp = tempo de percurso na parcela (s);

Para determinar esta variável utilizou-se o *"datalloger"* Figura 10(A) que registrou eletronicamente a variação da força de tração (kgf) ocorrida na célula de carga,

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”* interligado ao *“datalloger”* 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.

Figura 10 - “Datalloger” (A); “Encoder” (B); Célula de carga (C)

Assim, foram tomados para cada mecanismo de tração (semi-mecanizado e Mecanizado), 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: trator (MF 6360) de sustentação da máquina + plantadora.
2- Força de tração (FTt) exigida pelo trator de sustentação da plantadora.

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

$$FTp = FTc - FTt \qquad (3)$$

Na configuração de ensaio de tração, conforme ilustra a Figura 11, obteve-se o resultado de exigência tratória do conjunto plantadora+trator. Na configuração da Figura (12A), obteve-se o esforço tratório exigido decorrente do atrito de rolamento do trator

que tracionou a plantadora. Por diferença dos resultados obtidos, aplicando-se a equação (3), obteve-se então o esforço tratório exigido pela máquina plantadora.

Figura 11 - Configuração para determinação da força de tração decorrente do atrito de rolamento do trator de sustentação da plantadora somada a força de tração exigida pela plantadora em operação

Figura 12 - Configuração para determinação do esforço tratório exigido decorrente do atrito de rolamento do trator (MF 6360) que tracionou a plantadora (A); Fluxômetro - Medidor de consumo de combustível (B)

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

$$P = F.V\ .75^{-1} \qquad (4)$$

sendo:

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

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

75 = fator de conversão de unidade;

Em seguida, determinou-se a potência média exigida pela plantadora, sob as condições de solo da área de ensaio. Para isto foram utilizadas a média das velocidades obtidas e a média da força de tração medida durante o 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.

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), que apresenta a relação entre potência de motor e condição de tração, Figura (13)

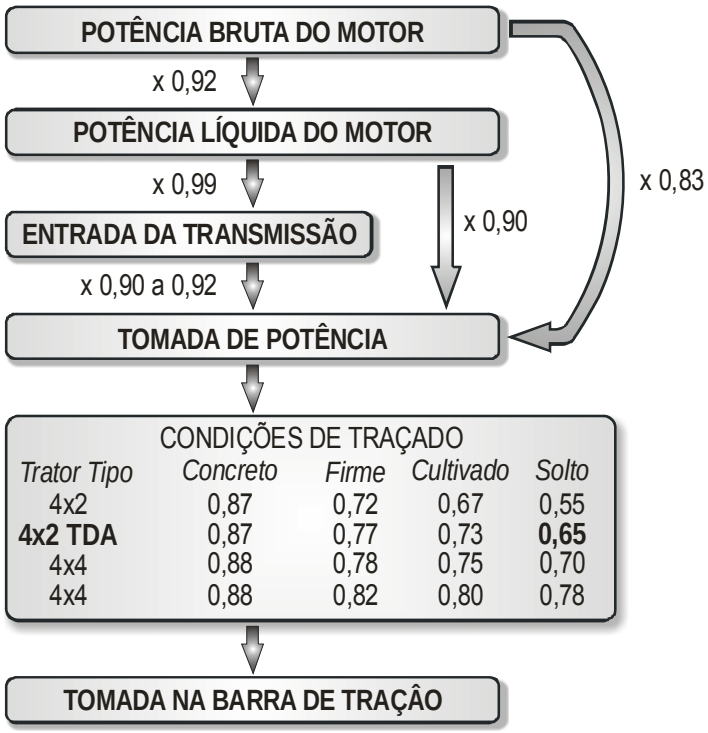

Figura 13 - Esquema para determinação da potência disponível na barra de tração; Fonte ASAE norma EP391(1983)

Equação básica de potência mecânica:

$$Pb\ (cv) = [Ft\ (kgf)\ .\ Vef\ (m.s^{-1})]\ .\ [75\ kgm.s^{-1}]^{-1} \qquad (5)$$

Para a obtenção dos percursos efetivos amostrados dos equipamentos e associá-los aos respectivos tempos percorridos, efetuou-se a determinação do perímetro efetivo 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.

3.2.13 Determinação de Capacidades Efetivas

Em cada tratamento foram tomados os tempos e os percursos efetivos de 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), aplicando-se a equação (6), conforme Gamero e Lanças (1996).

$$CE\ (ha.h^{-1}) = L \cdot Ve \cdot 0{,}36 \qquad (6)$$

Onde:

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

Ve = velocidade média de deslocamento no percurso da repetição ($m.s^{-1}$);

0,36 = conversão de unidades para $ha.h^{-1}$;

3.2.14 Consumo efetivo de combustível

O consumo de combustível foi medido pelo fluxômetro instalado na mangueira de combustível da fonte de potência (MF 6360), conforme ilustra a Figura (12B). Por sua vez 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.

3.2.15 Raio e espaço de giro

O método adotado para estas determinações é o preconizado pela norma da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) NBR 12.566/1992.

3.2.16 Esforço repetitivo dos operários na ação de abastecimento dos picadores

Por utilizar mudas de cana inteira na operação de plantio, a plantadora Civemasa necessita, na ação de abastecimento das duas bicas dos picadores, de 4 operários. Com o objetivo de quantificar o número de movimentos repetitivos exigidos neste processo, foram registrados, nas 6 repetições de plantio, o número de vezes que cada operador alimentou o mecanismo. Assim foi possível determinar a média, de cada quatro operadores por máquina e de movimentos por minuto da operação de plantio.

3.2.17 Estimativas de custos efetivos.

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

$$Cef = Ch \,.\, CE^{-1} \qquad (7)$$

sendo:

CEf = Custo efetivo estimado ($R\$.ha^{-1}$);

Ch = custo hora estimado ($R\$.h^{-1}$);

CE = Capacidade efetiva determinada ($ha.h^{-1}$);

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).

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

3.2.18 Gastos fixos ou de propriedade:

Amortização do capital investido no equipamento (Am):

$$Am = (\text{Valor inicial} - \text{Valor final}) \,.\, \text{vida útil}^{-1}\ (\text{horas}) \qquad (8)$$

Juros sobre capital não amortizado (Jc):

$$Jc = [(Vi - Vf) \cdot 2^{-1}] \quad (9)$$

Taxa anual de juros: Considerou-se 12 %.

Depreciação do equipamento por uso ou obsoletismo (Do):

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

Despesas de alojamento (Da):

$$Da = 0{,}015 \cdot Vi \cdot \text{horas trabalho anual-1} \quad (11)$$

Prêmio de seguro (Ps):

$$Ps = 0{,}01 \cdot Vi \quad (12)$$

3.2.19 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 do grupo COSAN unidade 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 a 100 % do valor de aquisição. Este valor por sua vez dividido na sua vida útil.

Quanto aos salários dos trabalhadores braçais que operaram na plantadora, tomou-se o valor do salário mínimo da época do ensaio, incluindo encargos sociais, ou seja, R$ 522,28 . $mês^{-1}$. Para o tratorista adotou-se o valor de R$ 1.143,39 . $mês^{-1}$, que corresponde ao salário de motorista, já com encargos sociais inclusos, praticado pelo grupo COSAN unidade Costa Pinto. Na operação da plantadora, cuja ação não requer maior dificuldade, considerou-se um salário igual ao dos trabalhadores braçais.

O valor final de descarte, dos equipamentos, foi considerado como 10 % do valor de aquisição. 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, na época do plantio, de R$ 1,82 . L^{-1}.

Para se efetuar o confronto entre a opção de plantio mecanizado com o convencional (semi-mecanizado) adotado pelo grupo COSAN unidade Costa Pinto, ajustou-se os custos por hectare por ela praticado, em 30/10/2005, envolvendo: mão-de-obra para descarga, sulcação e adubação, distribuição, picamento, cobrimento mecânico, cobrimento manual complementar de sulcos e cabeceiras.

3.2.20 Colheita

A colheita dos 2 tratamentos efetuados ocorreram no início do mês de outubro de 2006, ou seja, exatamente 12 meses após o plantio. As determinações de campo e laboratório abrangeram duas etapas: antes da queima e depois da queima.

3.2.21 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.

3.2.22 Biometria dos colmos da colheita antes da queima

A seleção das amostras foi feita conforme ilustra a Figura 14. Respeitando-se 10 metros de bordadura inicial dos sulcos, de forma alternada, coletou-se uma amostra a cada 20 metros, ou seja, 6 repetições de 10 amostras, totalizando 60 colmos por tratamento (Semi-mecanizado e Mecanizado).

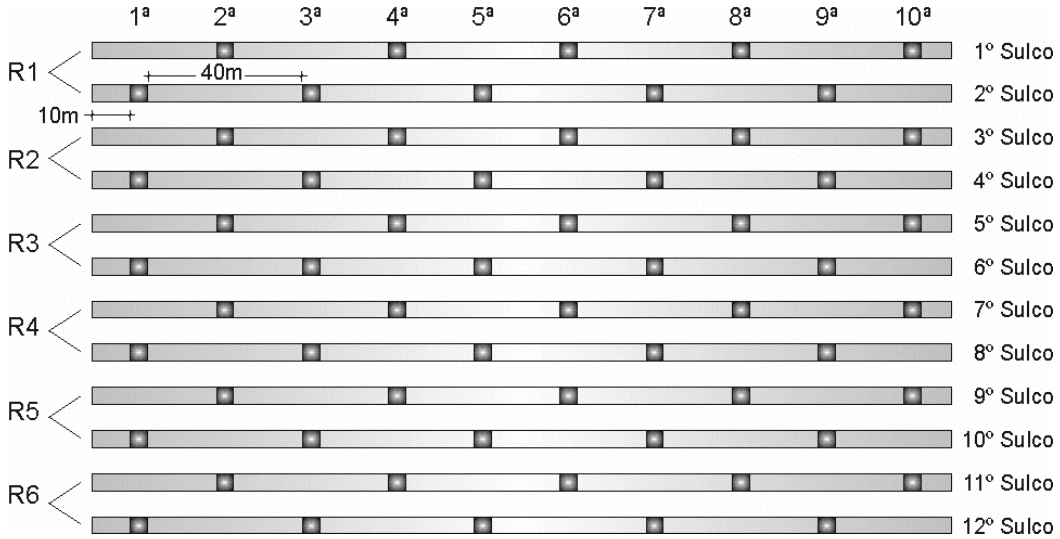

Figura 14 - Croqui do critério adotado para coleta das amostras de biometria antes da queima

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. Em seguida as repetições de cada amostra foram identificadas, pesadas e enviadas para o laboratório da do Grupo COSAN unidade Costa Pinto para análise tecnológica da matéria-prima colhida antes da queima. Para a

biometria dos colmos da colheita, seguiu-se o mesmo método utilizado nas determinações de biometria das mudas, efetuado antes do plantio, citado no item 3.2.4.

Figura 15 - Colheita das amostras (A); Despalha Manual (B); Contagem de gemas (C); Medição do diâmetro dos colmos (D); Pesagem dos colmos (E); Etiquetagem para envio das amostras para análise em laboratório (E)

3.2.23 Determinação do porte do Canavial após a queima

A determinação de porte do canavial seguiu o método proposto por (BALASTREIRE; RIPOLI, 1975), na qual é utilizado um triângulo retângulo com uma subdivisão nos 22º30'. Os colmos que estiverem entre 0º e 22º30' tem seu porte

considerado como deitado. Entre 22º30’ e 45º seu porte é considerado acamado. Acima de 45º é considerado Ereto.

Figura 16 - Critério para determinação de porte dos canaviais, através de Triângulo–Retângulo (RIPOLI et al., 1977)

Para a coleta dos dados referente ao porte do canavial foram tomadas, a cada 40 metros, em sulcos alternados, 6 leituras de dados com o triângulo-retângulo, o que resultou em 24 amostras por tratamento, conforme ilustra a Figura (17). Posteriormente, esses dados foram tabulados em uma planilha eletrônica *Excel*.

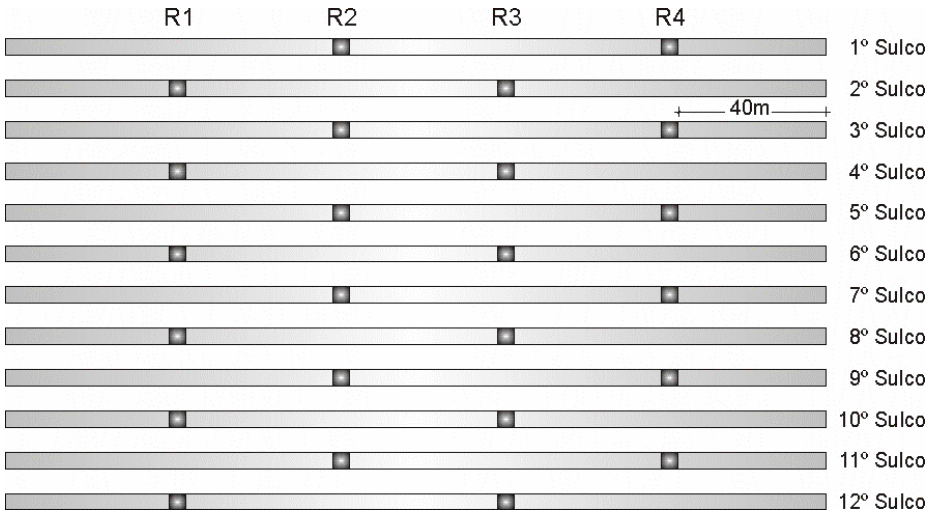

Figura 17 - Croqui do critério adotado para determinação do porte do canavial

3.2.24 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 (Figura 18B), ou seja, foram coletados mais 60 colmos para a pesagem e análise tecnológica da matéria-prima colhida após a queima.

Figura 18 - Colheita das amostras de colmos após a queima (A); Desponte dos colmos, pesagem e separação dos colmos para envio a análise (B)

3.2.25 Colheita manual e pesagem

O último processo de campo executado neste trabalho foi a colheita dos tratamentos, o qual ocorreu no mesmo dia e de forma manual, seguindo os padrões usuais estabelecidos pelo próprio grupo COSAN, conforme ilustra a Figura 19.

Figura 19 - Colheita manual dos tratamentos (Semi-mecanizado e Mecanizado)

Com o objetivo de se mensurar as variáveis produtividade agrícola ($t.ha^{-1}$), rendimento agrícola (%) e a análise tecnológica da matéria-prima colhida, de ambos os tratamentos, efetuou-se o seguinte procedimento para a coleta de amostras:

Primeiramente realizou-se o treinamento da equipe de cortadores, visando a homogeneização de altura de desponte e de corte de base. Cada cortador ficou encarregado de uma repetição, ou seja, responsável pelo corte de duas 2 fileiras de plantio de 200 m de comprimento. As repetições, de cada tratamento, foram carregadas mecanicamente em unidades de transporte, conforme ilustra a Figura 20(A), e pesadas individualmente, Figura 20(B). Cada repetição correspondeu a uma área amostral de 600 m^2 (1,5 m de sulco . 2 Fileiras . 200 m de fileira), perfazendo um total de 12 pesagens (2 tratamentos com seis repetições por tratamento).

Figura 20 - Carregamento do transbordo com a colheita dos tratamentos (A); Pesagem do transbordo (B)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Localização dos tratamentos

Os ensaios dos dois tratamentos foram executados em canteiros vizinhos, como ilustrado na Figura (21), abrangendo uma área aproximada de 0,72 ha.

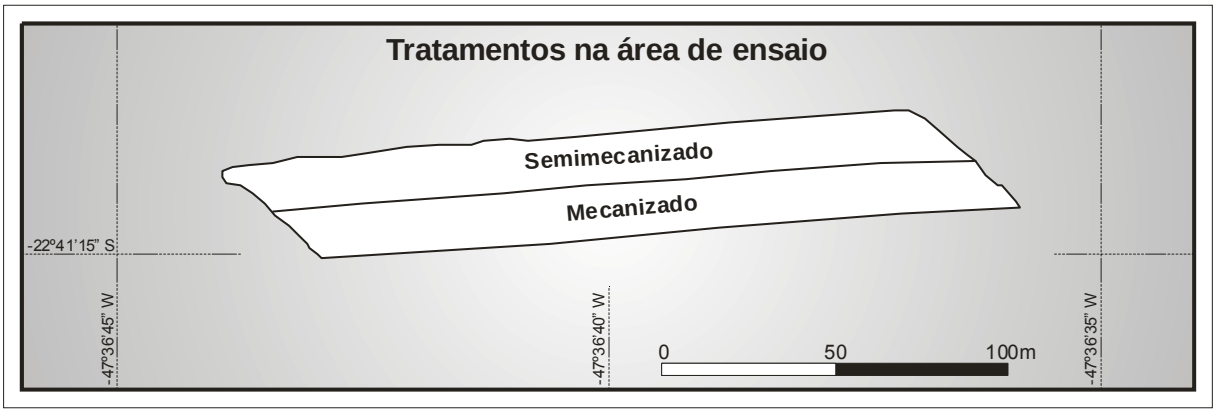

Figura 21 - Croqui de situação dos tratamentos na área de ensaio

4.2 Biometria das mudas

Ao analisar o total de gemas viáveis por colmo e de gemas viáveis por rebolo, mostradas na Tabela 2, pode-se afirmar que a ação de fracionamento dos colmos acarretou uma perda de 28,1 % das gemas viáveis presentes nos mesmos. Valores semelhantes foram encontrados na segunda amostragem, realizada no dia 07/10/05, totalizando uma perda de 24,8 % na quantidade de gemas viáveis presentes nos rebolos (Tabela 2). A comparação entre as duas condições das mudas (em colmos e em rebolos) e o percentual de redução encontrado são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados do percentual de diminuição de gemas viáveis após o fracionamento dos colmos

Amostras	Total de gemas viáveis (colmos)	Total de gemas viáveis (rebolos)	Diminuição de gemas viáveis nos rebolos (%)	Tamanho Médios dos Rebolos (cm)
06 / 10 / 05	377	271	28,1	32,0
07 / 10 / 05	396	298	24,8	31,1

Tabela 2 - Resultados médios de biometria do dia 06/10/05

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

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

Tabela 3 - Resultados médios de biometria do dia 07/10/05

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

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

Ao analisar as tabelas mostradas anteriormente, pressupõe-se que a quantidade de gemas viáveis varia proporcionalmente ao tamanho do colmo. No entanto, ao verificar as correlações apresentadas nas Figuras de 22 a 26, não é possível afirmar tal condição, visto que os indicadores desta tendência (número total de gemas x comprimento dos colmos e número total de gemas x comprimento dos rebolos) não possuem alta correlação, ou seja, apresentam valores inferiores a 0,8, considerado alto para materiais biológicos.

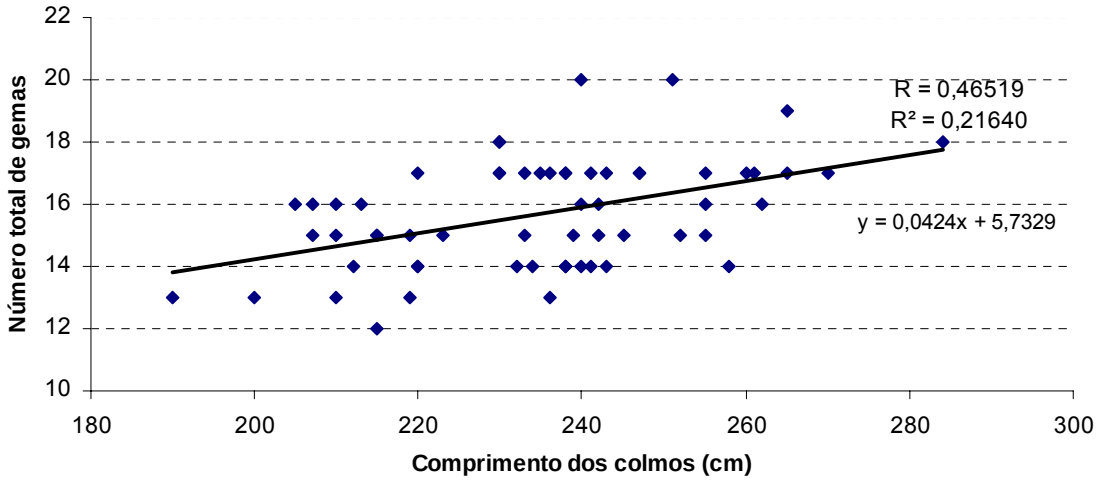

Figura 22 - Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5 % de significância entre o número total de gemas e o comprimento dos colmos utilizados como mudas

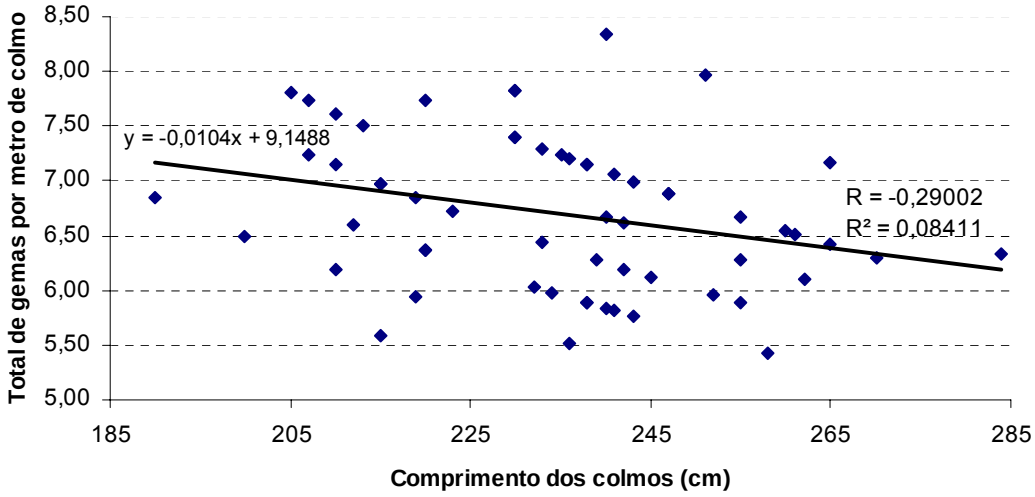

Figura 23 - Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5 % de significância entre o número total de gemas por metro linear de colmo e o comprimento dos colmos utilizados como mudas

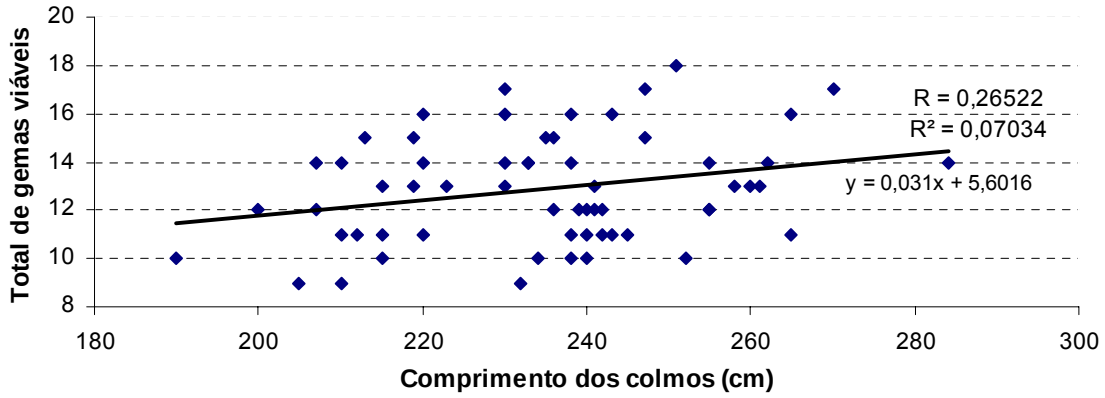

Figura 24 - Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5 % de significância entre o número total de gemas viáveis e o comprimento dos colmos utilizados como mudas

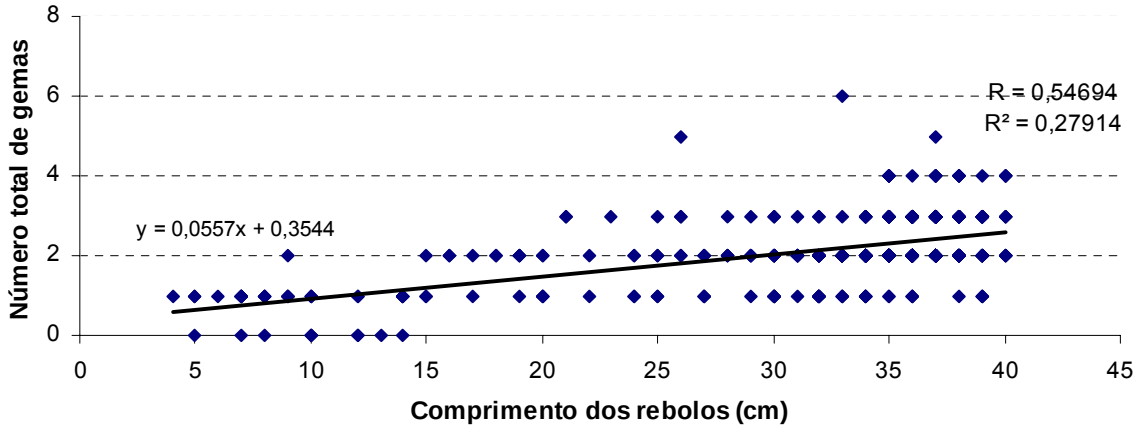

Figura 25 - Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5 % de significância entre o número total de gemas e o comprimento dos rebolos fracionados pela plantadora Civemasa e utilizados como mudas

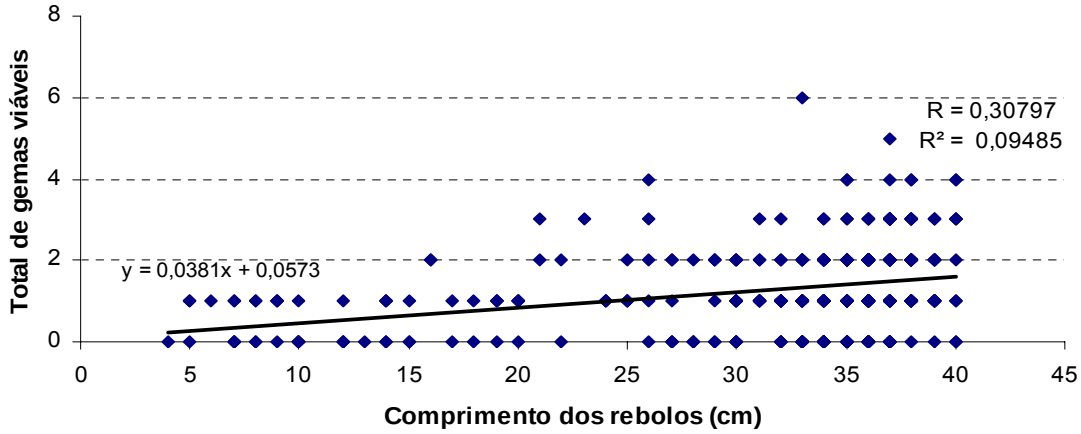

Figura 26 - Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5 % de significância entre o número total de gemas viáveis e o comprimento dos rebolos fracionados pela plantadora Civemasa e utilizados como mudas

Apesar de apresentarem correlações fracas entre as variáveis, as figuras supracitadas mostram que as tendências existem e são positivas. Sendo assim, analisando o confronto do número total de gemas com o comprimento dos rebolos, que apresentou o melhor índice (54,69 %), pode-se deduzir que a quantidade de gemas de um rebolo está diretamente relacionada ao seu comprimento.

O alto coeficiente de variação encontrado no número total de gemas viáveis e inviáveis por rebolo, mostrados nas Tabelas 2 e 3, pode ser justificado em função da assimetria dos internódios dos colmos utilizados como muda e amostrados para biometria.

4.3 Sulcos

Em relação à profundidade de sulcação, a Figura 27 deixa claro que ambos os tratamentos apresentaram um comportamento adequado e semelhante aos 30 cm indicados por Toledo (1962), citado por Berto (1986). O mesmo ocorreu com a variável “cobrimento” que apresentou valores próximos aos 10 cm indicados por Zink (1969), citado por Berto (1986). Contudo, os valores encontrados neste ensaio não podem ser considerados constantes, visto que a plantadora Civemasa possui recursos de regulagem que permitem modificar estes resultados.

Para o número de rebolos por metro de sulco, o tratamento semi-mecanizado apresentou comportamento satisfatório, com uma média de 7,3 rebolos por metro linear. Já o tratamento mecanizado, apresentou valor considerado alto (10,4 rebolos por metro linear) quando comparado ao padrão utilizado pelo Grupo COSAN. No entanto, este fato pode ser justificado pela densidade do plantio utilizado neste tratamento (13,2 $t.ha^{-1}$).

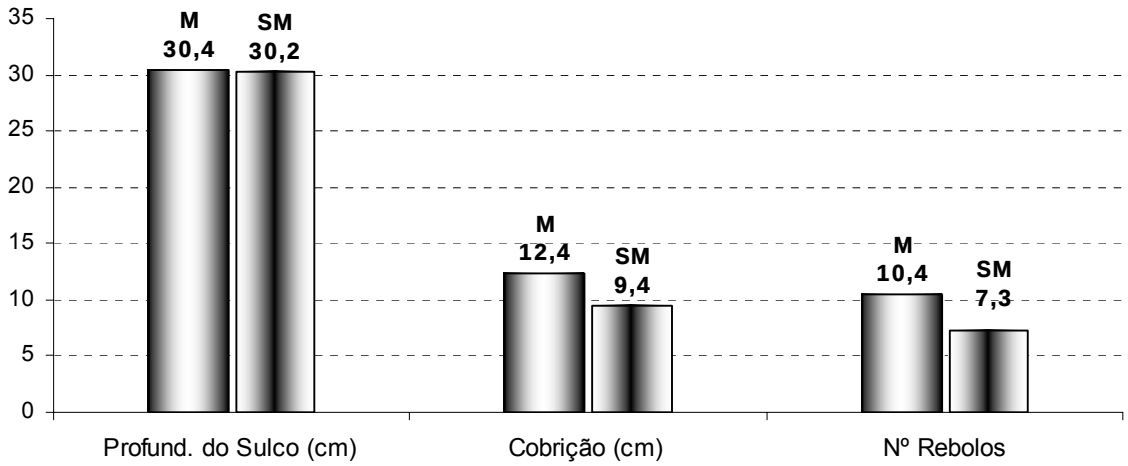

Figura 27 - Resultado das amostragens dos tratamentos (M) Mecanizado e (SM) Semi-mecanizado da variável profundidade de sulcação (cm), cobrição (cm) e número médio de rebolos por metro linear de sulco

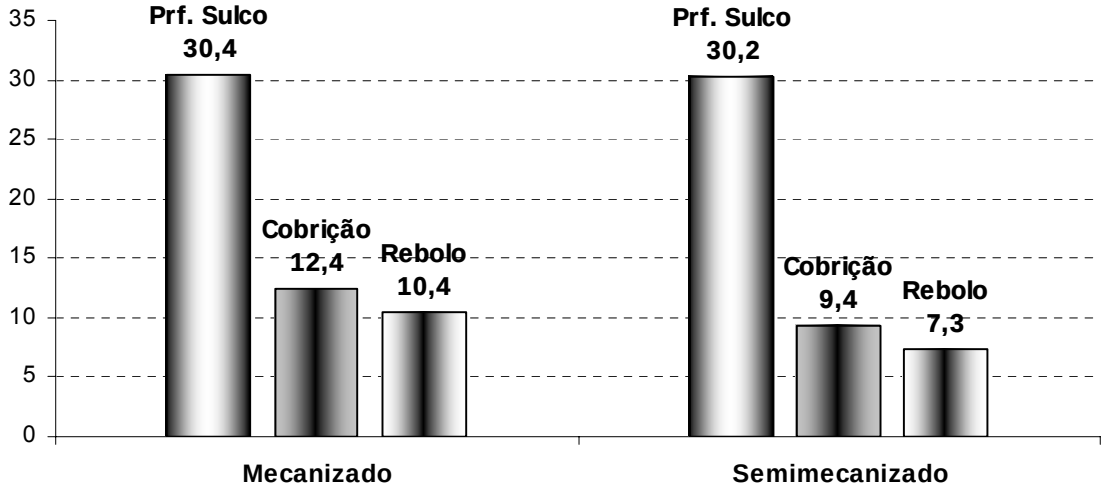

Figura 28 - Resultado das amostragens profundidade de sulcação (cm), cobrição (cm) e números médio de rebolos por metro linear de sulco, com ênfase nos tratamentos Mecanizado e Semi-mecanizado

4.4 Densidade do Plantio

Para a determinação da densidade de plantio, estimou-se a massa de mudas plantada por unidade de área para os dois tratamentos, cujos valores encontram-se na Tabela 4. Observa-se que, no tratamento semi-mecanizado, o valor encontrado está dentro de limites aceitáveis pelo grupo Cosan unidade Costa Pinto. Já o tratamento

mecanizado apresentou valor acima dos limites estabelecidos e superior ao citado por Beauclair e Scarpari (2006), de 10 toneladas de cana por hectare.

Tabela 4 - Resultados da estimativa de densidade do plantio ($t.ha^{-1}$)

Tratamentos	Densidades de plantio ($t.ha^{-1}$)
Mecanizado	13,2
Semi-mecanizado	9,6

4.5 Quantidade de gemas por metro de sulco

As Figuras 29 e 30 quantificam o número de gemas totais, viáveis e inviáveis plantadas nos dois tratamentos. Em ambos os tratamentos a quantidade de gemas viáveis por metro linear de sulco foram acima dos valores citados por Prado (1988), que recomenda 12 gemas para as variedades NA 56-79, IAC 52-150 e SP 70-1143 e 8 gemas para a variedade SP-701143. Vale lembrar que a variedade utilizada como muda neste ensaio foi a SP 80-3280 de 11 meses no seu 1º corte.

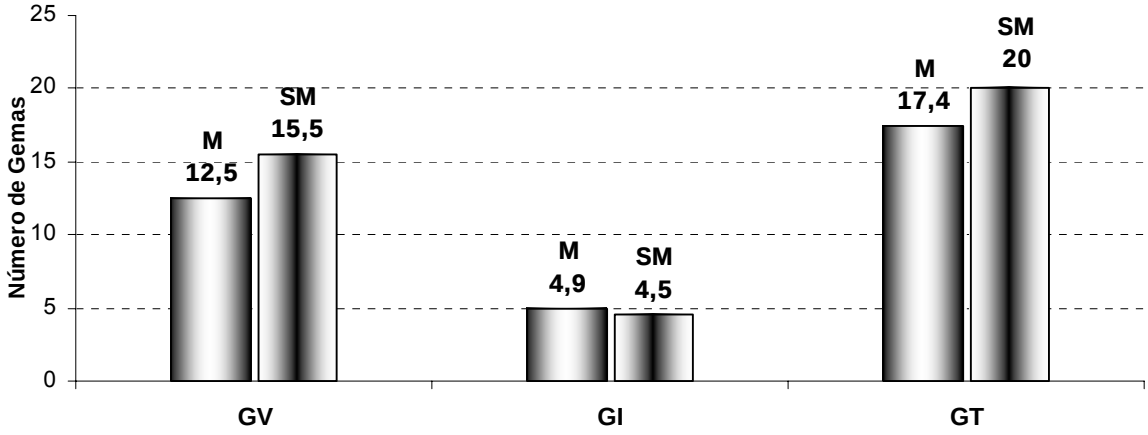

Figura 29 - Resultado das amostragens dos tratamentos (M) Mecanizado e (SM) Semi-mecanizado quanto ao número de gemas viáveis (GV), número de gemas inviáveis (GI) e número de gemas totais (GT) por metro linear de sulco

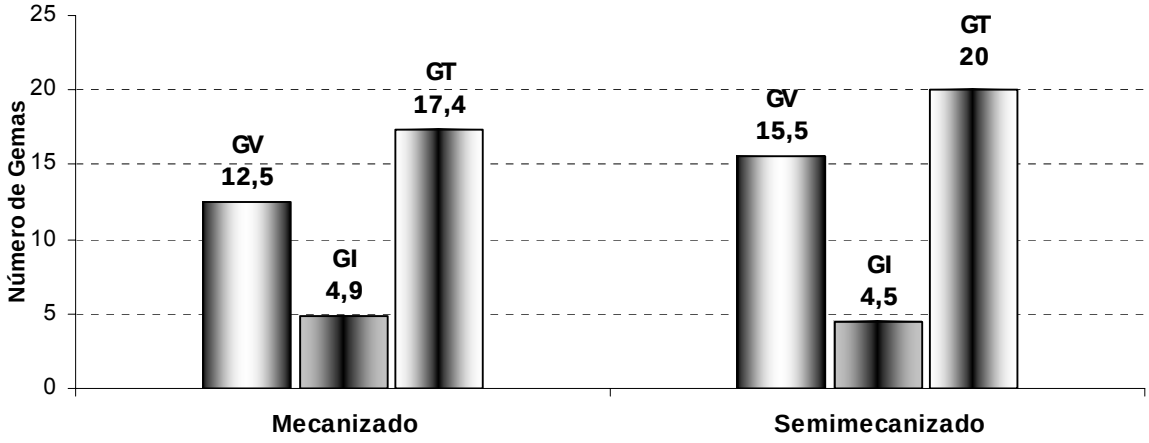

Figura 30 - Resultado das amostragens de número de gemas viáveis (GV), número de gemas inviáveis (GI) e número de gemas totais (GT) por metro linear de sulco, com ênfase nos tratamentos Mecanizados e Semi-mecanizado

Pelo apresentado nas figuras 31 e 32, referente ao tratamento mecanizado, observam-se boas correlações (87,86 % e 86,06 %), respectivamente, entre os confrontos das variáveis total de gemas x número de rebolos por metro de sulco e total de gemas viáveis x número de rebolos por metro de sulco. Todavia esta correlação pode ser explicada em virtude da uniformidade do tamanho dos rebolos fracionados pelo tratamento mecanizado.

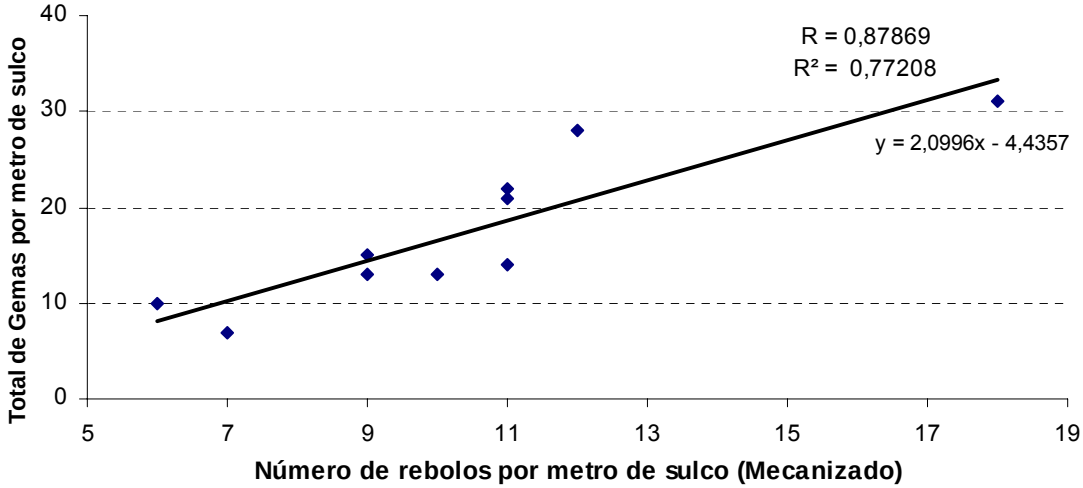

Figura 31 - Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5 % de significância entre o número total de gemas por metro linear de sulco e o número de rebolos por metro linear de sulco do tratamento Mecanizado

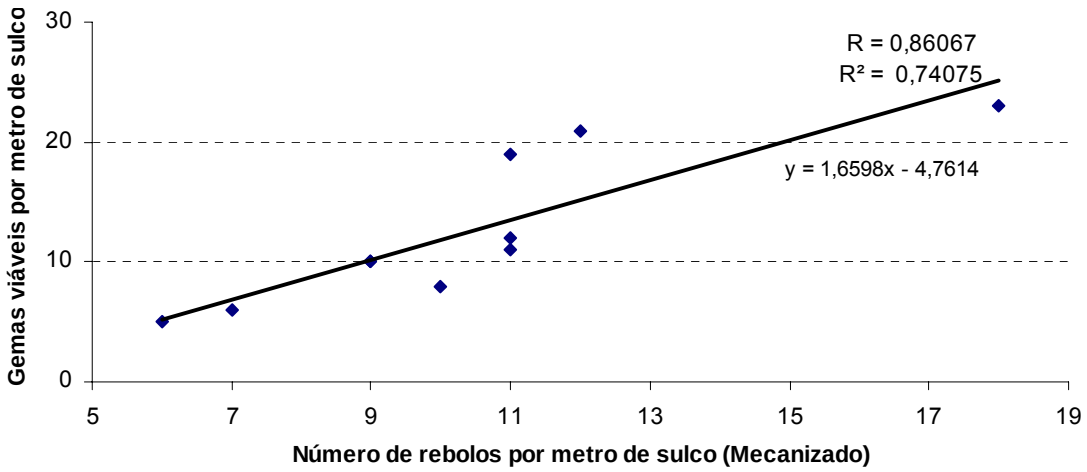

Figura 32 - Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5 % de significância entre o número de gemas viáveis por metro linear de sulco e o número de rebolos por metro linear de sulco do tratamento Mecanizado

Já os resultados da Figuras 33 e 34, referentes ao tratamento semi-mecanizado, apresentam correlações tênues (coeficiente de correlação 58,16 e 26,72 %), respectivamente, entre os confrontos das variáveis (total de gemas x número de rebolos por metro de sulco) e (total de gemas viáveis x número de rebolos por metro de sulco). Uma provável explicação para a baixa correlação pode ser a irregularidade do tamanho dos rebolos fracionados manualmente pelos operadores de campo.

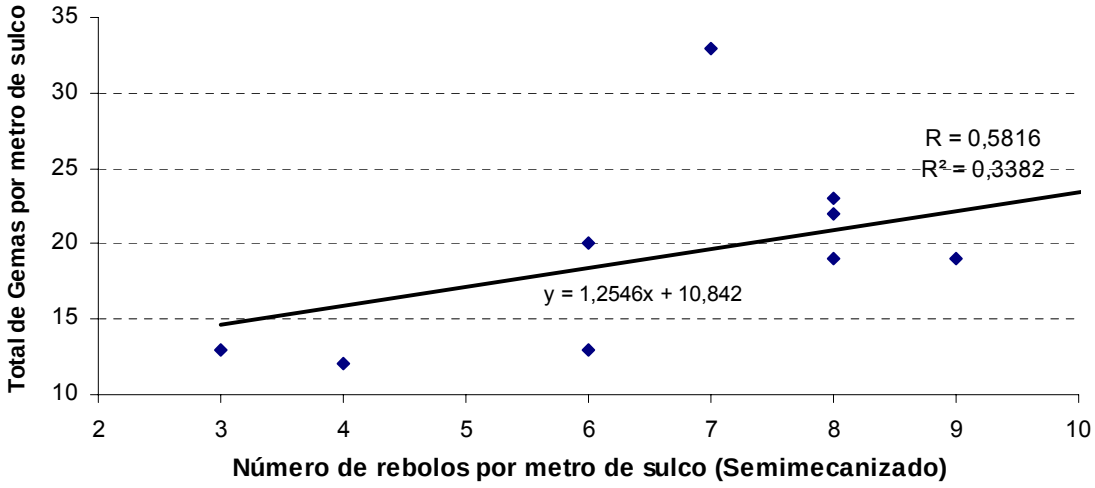

Figura 33 - Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5 % de significância entre o número total de gemas por metro linear de sulco e o número de rebolos por metro linear de sulco do tratamento semi-mecanizado

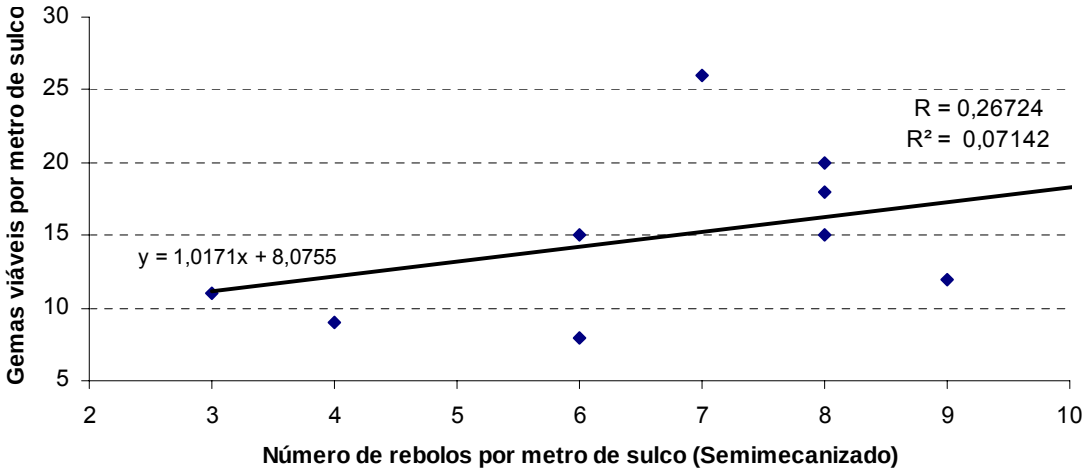

Figura 34 - Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5 % de significância entre o número de gemas viáveis por metro linear de sulco e o número de rebolos por metro linear de sulco do tratamento semi-mecanizado

4.6 Perfilhos

A Figura 35 quantifica, em ambos os tratamentos, o número de perfilhos emergidos aos 30 e 60 dias após o plantio. Aos 90 dias, observou-se um aumento de 100 %, no número de perfilhos em ambos os tratamentos. As mudas plantadas pelo sistema semi-mecanizado apresentaram um melhor início de brotação e perfilhamento, provavelmente devido ao tamanho maior dos rebolos e, conseqüentemente, por possuírem uma maior quantidade reserva energética, concordando com o trabalho de Simões Neto (1986), no qual afirma-se que a gema utiliza estas reservas para emergir e que quanto maior a quantidade dessa reserva, mais rapidamente a gema brotará, e mais vigoroso será o broto emerso. Questões ligadas à fisiologia da cana-de-açúcar também podem explicar tal comportamento. Outro fator que pode ter atrasado a brotação do tratamento mecanizado é a variável cobrimento, que apresentou uma profundidade 3 cm superior à utilizada no tratamento semi-mecanizado.

Cristoffoleti (1986) e Nickel (1975), citados por Casagrande (1991), concluíram em seus trabalhos que cobrimentos de 2,5 a 5 cm, proporcionam brotações acima de 90 %. No entanto, apesar de haver um retardo na brotação das plântulas, Clemens (1980), citado por Casagrande (1991), cita experimentos levados a efeito no HAVAÍ, em que o aumento da espessura da camada de solo sobre os rebolos, ofereceu melhores condições para o estabelecimento das touceiras, e resultou em plantas mais vigorosas.

Nestes trabalhos notou-se que, à medida que se aumentava a camada de solo sobre o rebolo, formavam-se colmos mais grossos e sistemas radiculares mais desenvolvidos. O autor atribuiu o efeito benéfico do aumento da profundidade, e da camada de solo sobre o rebolo, ao fato de que ao brotar a maiores profundidades, haveria uma quantidade e área maior de regiões radiculares dos próprios rebentos em contato com o solo, possibilitando uma maior absorção de água e nutrientes e promovendo a obtenção de perfilhos mais robustos.

Sendo assim, a utilização de profundidades e cobrimentos maiores devem estar diretamente ligadas às condições de umidade do solo favoráveis. Segundo Casagrande (1991), havendo boas condições de umidade, uma leve camada de solo seria suficiente para garantir a brotação, e se o sulco for profundo, as condições benéficas citadas por Clemens (1980), seriam supridas através do assoreamento natural do sulco.

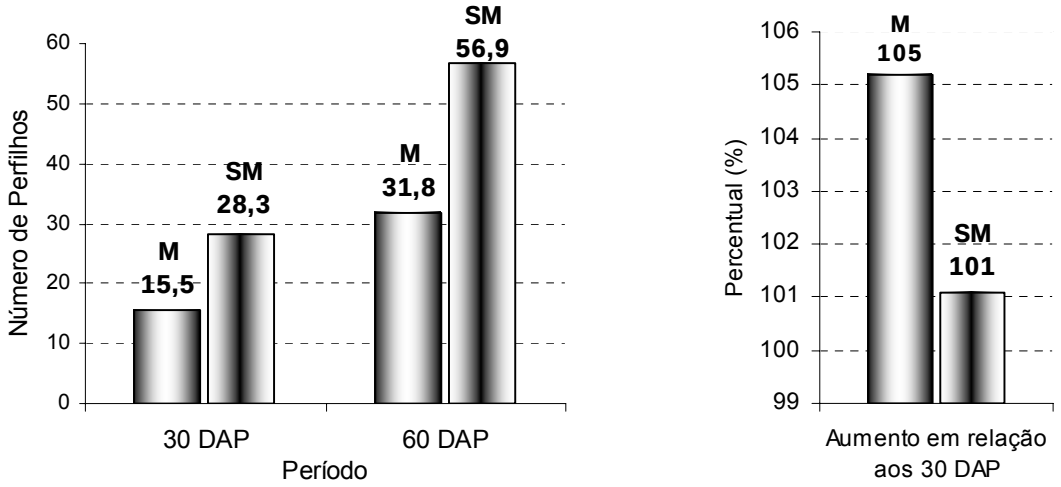

Figura 35 - Resultado do perfilhamento do plantio aos 30 e 60 DAP dos tratamentos (M) Mecanizado e (SM) Semi-mecanizado (A). Aumento percentual dos perfilhos ocorrido entre 30 e 60 DAP dos tratamentos (M) Mecanizado e (SM) Semi-mecanizado (B)

A Figura 36 quantifica também, em ambos os tratamentos, o número de perfilhos emergidos aos 60 e 90 dias após o plantio. Observa-se aos 90 DAP um crescimento em relação aos 60 DAP, de apenas 4,8 % no tratamento semi-mecanizado, enquanto que no tratamento mecanizado o aumento foi de 43,7 %.

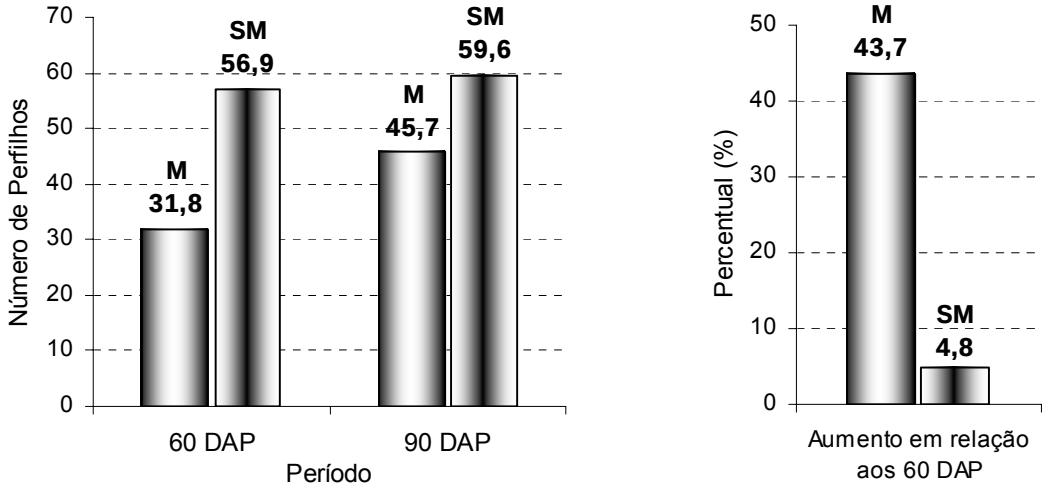

Figura 36 - Resultado do perfilhamento do plantio aos 60 e 90 DAP dos tratamentos (M) Mecanizado e (SM) Semi-mecanizado (A). Aumento percentual dos perfilhos ocorrido entre 30 e 60 DAP dos tratamentos (M) Mecanizado e (SM) Semi-mecanizado (B)

Pelos dados da Tabelas 5, observa-se que aos 90 DAP o tratamento semi-mecanizado apresentou, em relação ao mecanizado, um maior número médio de perfilhos por metro linear de sulco, provavelmente favorecido pelo bom início da brotação. Contudo, estes números não podem ser considerados como conclusivos, visto que o tratamento mecanizado apresentou um aumento considerável de perfilhos entre os 60 e 90 dias e que mesmo após os 90 DAP ainda havia surgimento de novos perfilhos.

Tabela 5 - Resultados do número médio de perfilhos por metro linear de sulco aos 90 DAP

Tratamentos	Números médios de perfilhos (m^{-1}.sulco)
Mecanizado	11,5
Semi-mecanizado	15,0

4.7 Falhas

Ao analisar as Figura 37(A) e 37(B) pode-se perceber que o tratamento semi-mecanizado apresentou um percentual de falha baixo (5,7 %), e que o mesmo está dentro do padrão aceitável para este tipo de plantio. Já no tratamento mecanizado o percentual de falha (17,8 %) é considerado alto, pois representa um aumento de 312 %, Figura 37(C), em comparação ao tratamento semi-mecanizado. A quantidade de falhas

encontradas no tratamento mecanizado deve-se, provavelmente, ao tamanho médio dos rebolos (32 e 31,1cm) e à quantidade de gemas viáveis por rebolo (1,2 e 1,4), conforme mostrado nas Tabelas 2 e 3. Ainda referindo-se a estas tabelas, percebe-se que o total de gemas por rebolo é inferior ao recomendado por Lee (1984), que considera rebolos com 3 gemas como básicos. Complementarmente, Chow (1949), citado por Marchiori (2004), concluiu que o uso de 3 gemas por rebolo apresenta um maior rendimento por área.

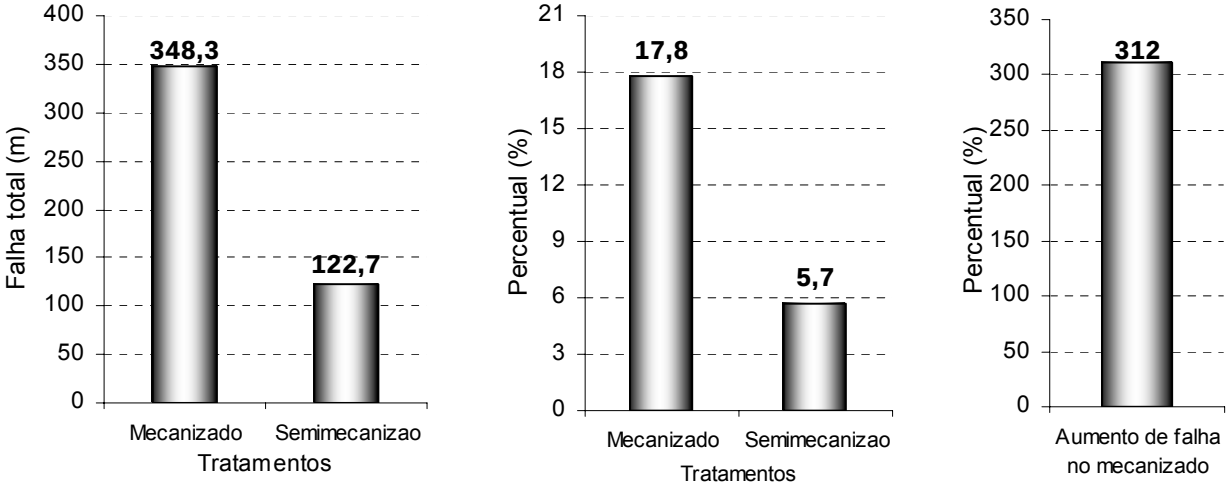

Figura 37 - Comprimento de falha por tratamento (A). Percentual de falha de cada tratamento (B). Percentual de aumento de falha do tratamento Mecanizado em relação ao Semi-mecanizado (C)

Não é possível afirmar que o tamanho dos rebolos e quantidade de gemas viáveis seja o único causador do número excessivo de falhas no tratamento mecanizado, no entanto ao analisar os dados apresentados na Tabela 6, observa-se que apenas 80,3 % dos rebolos fracionados tem tamanho superior a 30 cm. Os resultados também mostram que a quantidade de gemas viáveis diminui proporcionalmente em relação ao tamanho dos rebolos. Outro fator que pode ter influenciado as falhas nesse tratamento é a quantidade média de, apenas, 1,27 gemas viáveis por rebolo.

Tabela 6 - Resultados da quantidade de rebolos e seu percentual e a quantidade de gemas viáveis em relação aos tamanhos dos rebolos

Tamanho dos rebolos (cm)	Quantidades	%	Gemas Viáveis por rebolo	Somatória (%)
X ≥ 40	10	2,2	2,10	
40 > X ≥ 35	236	52,9	1,50	80,3
35 > X ≥ 30	112	25,1	1,08	
30 > X ≥ 25	26	5,8	1,15	
25 > X ≥ 20	14	3,1	1,29	19,7
20 > X	48	10,8	0,52	
Média			1,27	
Totais	446	100		100

Na Tabela 7 são apresentadas as estimativas da massa ($t.ha^{-1}$) 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 porcentagem de falhas encontrada, ou seja, o aumento da densidade de plantio não acarretou uma menor porcentagem de falhas.

Tabela 7 - Comparação entre a densidade de plantio de cada tratamento e o percentual de falhas ocorrido aos 90 DAP

Tratamentos	Massas de mudas ($t.ha^{-1}$)	Falhas (%)
Mecanizado	13,2	17,8
Semi-mecanizado	9,6	5,7

Na Tabela 8 é quantificado, para cada tratamento, o número total de falhas e a somatória das distâncias entre falhas encontradas no campo.

Tabela 8 - Número e comprimento das falhas de cada tratamento ocorrido aos 90 DAP

Tratamentos	Números de falhas	Comprimentos das falhas (m)
Mecanizado	1281	384,3
Semi-mecanizado	409	122,7

Com o objetivo de se efetuar a análise de variância pelo teste de Tukey, na Tabela 9 foram calculadas e apresentadas às médias do número de falhas ocorridas em

cada tratamento e verificado também se as diferenças ocorridas nesta variável foram significativas.

O teste de hipótese utilizado apontou que as variâncias apresentadas pelos tratamentos mecanizado e semi-mecanizado diferem estatisticamente, sendo, que o coeficiente de variação do tratamento mecanizado foi menor. Esta característica pode ser explicada pela padronização de corte dos rebolos do mecanismo distribuidor da máquina agrícola utilizada.

Tabela 9 - Resultado da análise de variância, pelo teste de Tukey, a 1 % significância, do número médio de falhas em cada tratamento

Tratamentos	Número médio de Falhas *		D.P.	C.V.
Mecanizado	106,7	B	26,4	24,7
Semi-mecanizado	34,1	A	11,8	34,5

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

4.8 Balanço Hídrico

As Figuras 38 e 39 apresentam o balanço hídrico determinado para o local dos ensaios, durante o período de interesse. As precipitações pluviais nos meses de outubro e novembro/05 foram, respectivamente, 150 e 149 mm. Observa-se que na época de plantio não houve déficit e excedente hídrico, proporcionando boas condições de brotação e tráfego para as operações necessárias.

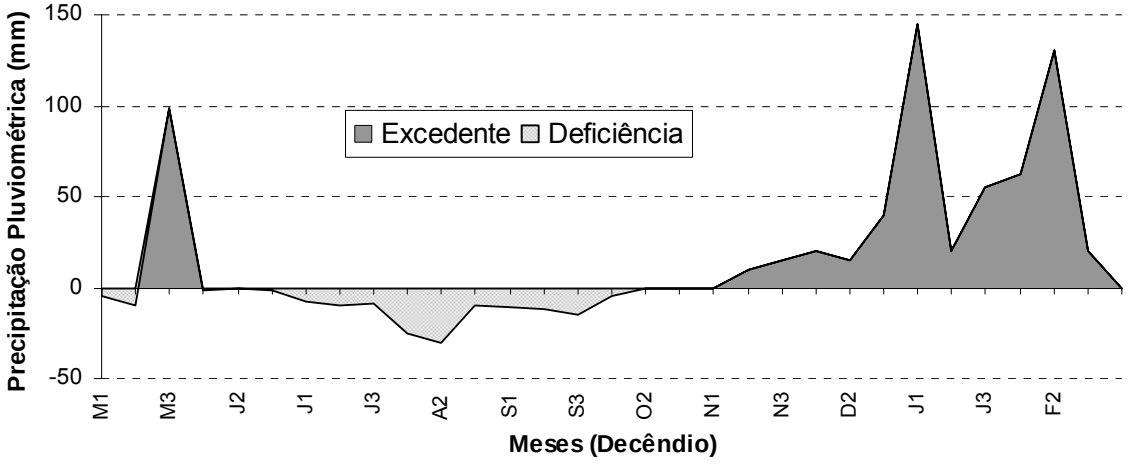

Figura 38 - Representação gráfica do Balanço Hídrico ocorrido na área de ensaio, por decêndio. De M = Maio (2005) a F = Fevereiro (2006). Fonte: Grupo COSAN unidade Costa Pinto

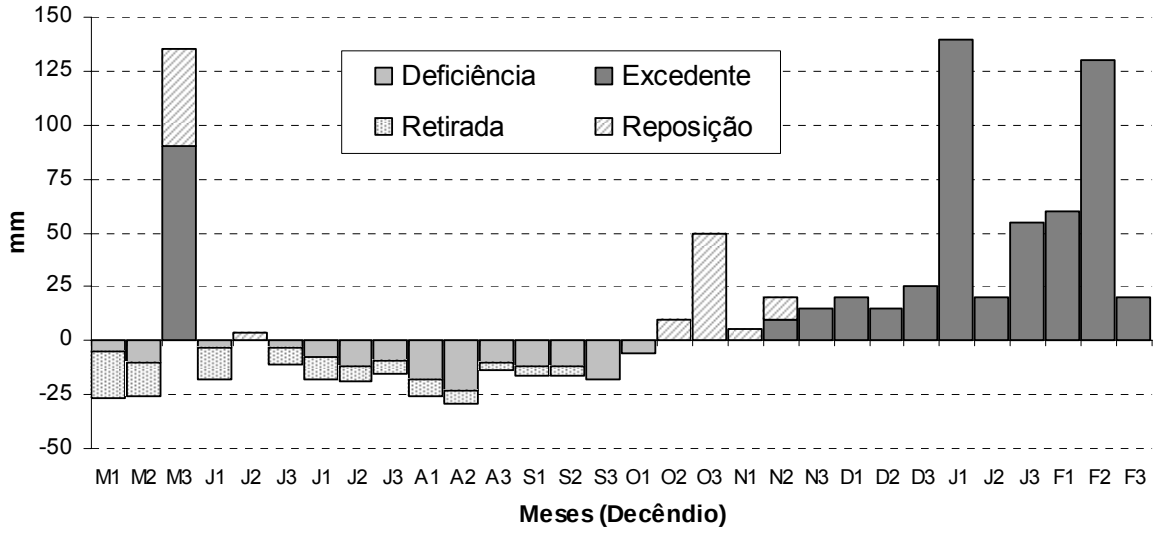

Figura 39 - Representação gráfica da Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica ocorrida na área de ensaio, por decêndio. De M = Maio (2005) a F = Fevereiro (2006). Fonte: Grupo COSAN unidade Costa Pinto

Cabe esclarecer que este trabalho não teve por objetivo avaliar o aproveitamento da umidade do sulco pelos sistemas de plantio, pois as operações ocorreram seqüencialmente, situação que nem sempre ocorre em plantio comercial.

É importante ressaltar que as mudas utilizadas para este estudo apresentavam uma porcentagem de germinação, em caixa de areia, da ordem de 71,7 % o que, certamente, interferiu em todas os resultados das análises efetuadas e que não devem, portanto, serem debitadas apenas às manipulações ocorridas durante as operações.

4.9 Granulometria e umidade do solo

Na Tabela 10 é apresentado o resultado da análise granulométrica e de umidade obtida nas amostras dos 2 tratamentos.

Tabela 10 - Resultados de granulometria e de umidade (U) do solo, na base do sulco, correspondentes aos tratamentos Semi-mecanizado e Mecanizado

Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	U (%)
34,19	21,27	44,54	18,44

4.10 Avaliação operacional do sistema Semi-mecanizado

As operações de sulcação, distribução de mudas (colmos), picamento e cobertura dos sulcos que envolveram o tratamento semi-mecanizado foram cronometradas e seus resultados apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - Resultados de tempos e desempenho do sistema semi-mecanizado de plantio

Operações	Te (min:s)	Vm (km . h^{-1})	Tm (min:s)	Et (%)	CE (ha . h^{-1})
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)	6:00	-	-	-	1,8
Cobertura de sulcos (2 cobridores)	1:15	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 Avaliação operacional do sistema mecanizado

O Mecanismo picador da plantadora Civemasa apresentou um adequado cisalhamento dos colmos, visto que não ocorreram eventuais dilaceramentos ou esmagamentos das extremidades dos rebolos, o que poderia inviabilizar gemas próximas. Apresentou rebolos da ordem de 31,5 cm de comprimento.

4.11.1 Aspectos ergonômicos

O fabricante sugeriu uma velocidade de plantio de 6 $Km.h^{-1}$, a qual demonstrou-se excessiva, não sob aspectos da operação mecanizada, mas em relação a aspectos ergonômicos dos operadores que fracionam os colmos. Observou-se um exagerado número de esforços repetitivos nas ações de pegar os colmos inteiros às suas costas, flexionar seus troncos e direcionar os colmos para a bica do picador.

Apesar da plantadora (Figura 40) apresentar uma tampa traseira que permite maior ou menor inclinação (a fim de melhor acomodar mudas que apresentem colmos de comprimentos diferenciados), foi observado que, mesmo para as mudas utilizadas neste estudo que apresentaram comprimento médio de 2,34 m, os operários em suas ações eram obrigados a se posicionarem sobre elas o que, foi mais um fator de desgaste físico, pois tinham que se “equilibrar” sobre elas, diminuindo a estabilidade

corporal durante o trabalho. É necessário, por parte do fabricante, uma revisão desta condição, a fim de garantir um espaço mínimo de trabalho aos operários responsáveis pelo fracionamento das mudas.

Figura 40 - Regulagem da tampa traseira que permite maior ou menor inclinação para acomodação dos colmos

Na Tabela 12 são apresentados os dados do número médio de esforços repetitivos efetuados pelos operários responsáveis pela alimentação da plantadora Civemasa e também os tempos gastos por essa operação. Pelo apresentado observa-se que o tempo médio por movimento, na velocidade média de 4,6 $km.h^{-1}$, foi de 3,07 segundos. Por sua vez, a média de esforços repetitivos . min^{-1} foi de 19,55.

O fabricante indica uma velocidade média de trabalho de 6 $Km.h^{-1}$, contudo pode-se estimar que, na velocidade indicada o tempo médio por movimento terá que ser acelerado para 2,07 segundos, o que acarretaria em um maior desgaste dos operadores e conseqüentemente, induz a supor que, ocorreria uma pior distribuição de rebolos, no sulco, por uma não homogênea colocação de mudas inteiras, nas bicas dos picadores.

Tabela 12 - Número médio de esforços repetitivos por parte dos 4 operários responsáveis pela alimentação da Civemasa (Tratamento Mecanizado)

Repetições (tiros)	Tempos (s)	Vm (km . h^{-1})	Nº esforços (4 operadores)	Nº esforços Repetitivos . min^{-1}	Tempos médios por movimento (s)
1	142	4,59	48,0	20,28	2,96
2	142	4,54	45,5	19,23	3,12
3	141	4,60	46,8	19,77	3,03
4	138	4,72	45,0	19,57	3,07
5	139	4,61	44,7	19,29	3,11
6	142	4,56	45,3	19,14	3,13
Médias	140,7	4,60	45,9	19,55	3,07

Vm = velocidade média; S = Segundos

Um fato positivo que deve ser observado é que a plantadora Civemasa possui um depósito intermediário de rebolos, cujos lançamentos aos sulcos é controlado pelo operador. Isso permite o fracionamento dos colmos em rebolos mesmo que a plantadora não esteja em movimento ou em ação de plantio, possibilitando armazenamento de rebolos em ações como: reabastecimento do compartimento de colmos ou nas manobras de cabeceira. Essa reserva de rebolos pode ajudar a aliviar o desgaste dos operários responsáveis pelo abastecimento dos mecanismos picadores.

O comprimento dos colmos (mudas) tem pouca importância na maior ou menor freqüência destes movimentos. Não foi possível verificar a influência de colmos retos, visto que as mudas utilizadas nos ensaios eram na sua maioria irregulares (tortas), todavia, a tendência é crer que este fator pouco influencia o trabalho dos operários, neste aspecto.

Foi observado que a altura da bica dos picadores precisa de um melhor dimensionamento ergonômico, pois, na altura atual (em relação ao piso do depósito de mudas), os trabalhadores precisam de um esforço maior na alimentação do picador. Acredita-se que uma redução de 40 cm nesta altura acarretaria um menor esforço por parte dos operadores, durante suas ações.

4.11.2 Raio e espaço de giro

Os resultados mostrados nas Tabela 13 e 14, referentes aos perímetros efetivos das rodas de sustentação e raio de giro, respectivamente, foram determinados por se

tratar de variáveis necessárias para a obtenção precisa das velocidades de deslocamento durante os plantios e ensaios de tração.

Tabela 13 - Perímetros efetivos (m) determinados dos rodados de plantadoras e fontes de potência

Máquinas	Modelos	Perímetros efetivos (m)
Civemasa	PCSA 2/L	2,44
Trator MF	6360 ,4x2TDA, 220 cv	5,48
Trator Valtra	BH 180, 180 cv	5,34

Tabela 14 - Resultados de raio e espaço de giro determinado pelo conjunto (MF 6360 + plantadora)

Máquina	Raio de giro (m)	Espaço de giro (m)
Civemasa	6,7	10,1

Ao analisar as tabelas 13 e 14, pode-se afirmar que a largura dos carreadores é fator limitante para as manobras de cabeceira necessárias durante a operação de plantio. A Tabela 15, por sua vez, apresenta os valores médios do tempo necessário para efetuar as manobras de cabeceira.

Tabela 15 - Tempo médio de manobras de cabeceiras determinados na área de plantio

Máquina	Tempos médios de manobras (s)
Civemasa	66

4.11.3 Força de tração e potência

Como 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 13 (Esquema ASAE norma EP391 1983), ou seja, partindo-se da condição de solo (neste caso, solo solto e trator 4x2 TDA = 0,65). As Figuras 41 a 43 apresentam os resultados gráficos das forças e potência na barra de tração e consumo efetivo de combustível para a plantadora. 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 13.

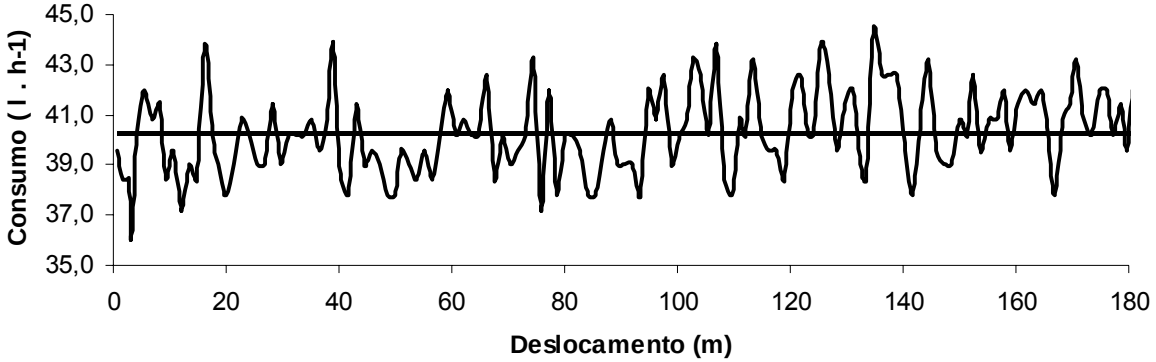

Figura 41 - Gráfico da variação do consumo efetivo de combustível (l . h^{-1}) em função do deslocamento (m) do conjunto Força de tração (MF 6360) + Plantadora

Para o tratamento mecanizado, o conjunto (Fonte de potência + Plantadora) apresentou um consumo médio efetivo de 40,42 ($L.h^{-1}$), conforme ilustra a Figura 41.

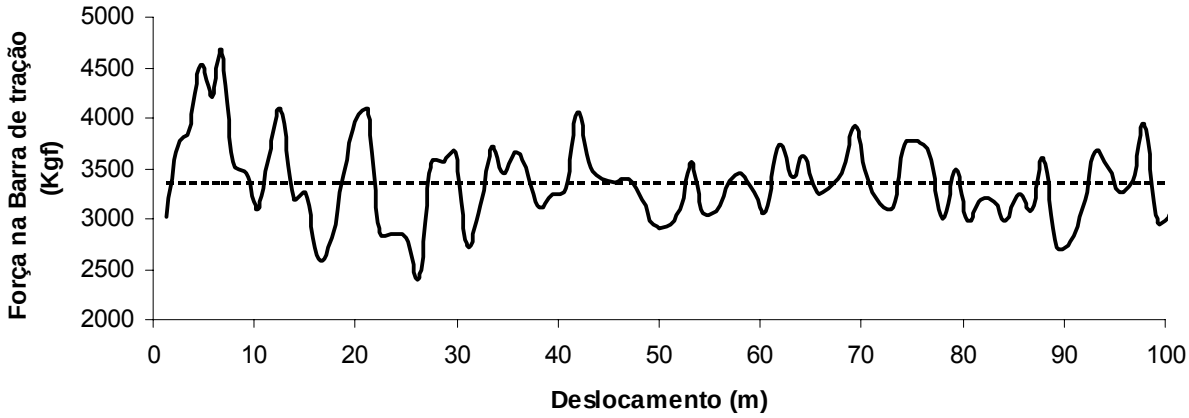

Figura 42 - Gráfico da variação de Força na barra de tração (Kgf) em função do deslocamento (m) do conjunto (MF 6360 + Plantadora)

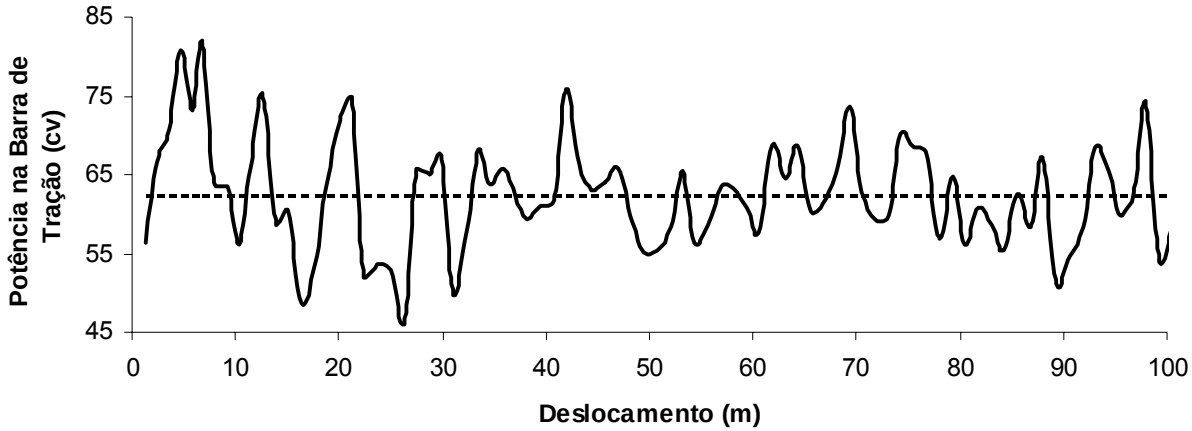

Figura 43 - Gráfico da variação de Potência na barra de tração (cv) em função do deslocamento (m) do conjunto (MF 6360 + Plantadora)

A Figuras 44 e 45 apresentam os resultados de força na barra de tração e potência exigidos pelo conjunto do plantio semi-mecanizado na operação de sulcação com 3 hastes. Contudo, para confronto com o tratamento mecanizado (Figuras 43 e 44), que operou com dois sulcos (2 hastes), foi necessário a extrapolação dos dados.

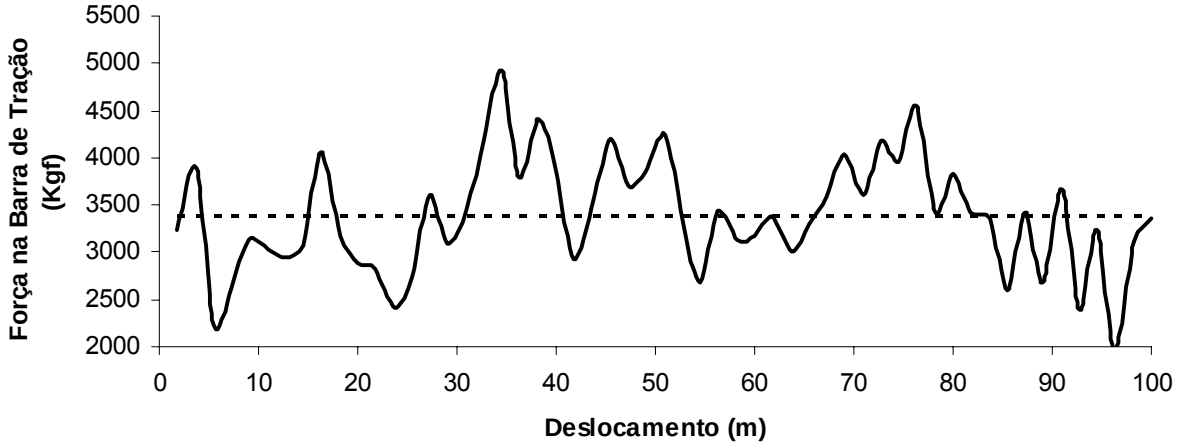

Figura 44 - Gráfico da variação de Força (Kgf) em função do deslocamento (m) do conjunto (Valtra BH180 + Sulcador) na operação de sulcação (3 hastes) do plantio semi-mecanizado

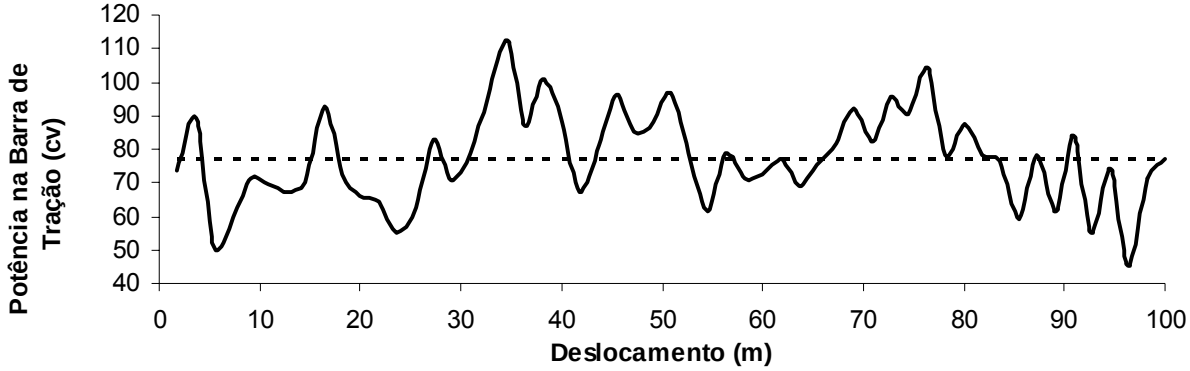

Figura 45 - Gráfico da variação de Potência (cv) em função do deslocamento (m) do conjunto (Valtra BH180 + Sulcador) na operação de sulcação (3 hastes) do plantio semi-mecanizado

A Figuras 46 e 47 apresentam os resultados de força na barra de tração e potência exigidos pelo conjunto do plantio semi-mecanizado na operação de sulcação com 3 hastes extrapolados para 2 hastes.

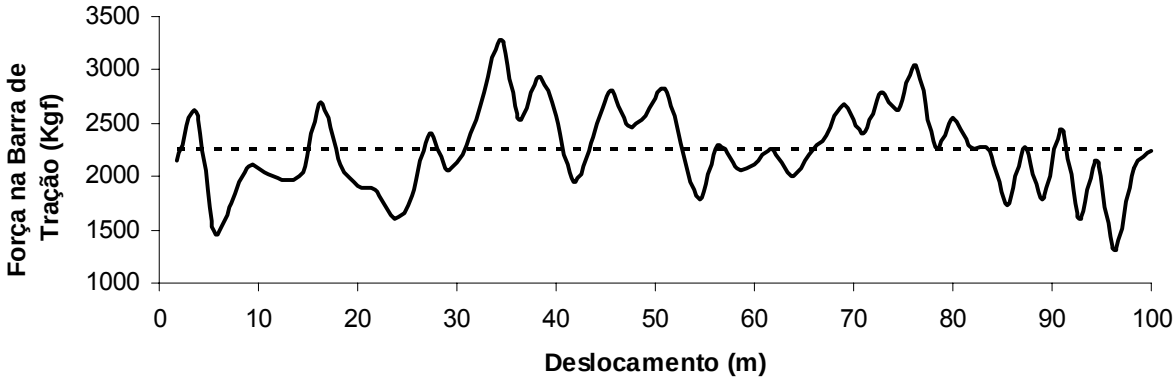

Figura 46 - Gráfico da variação de Força (Kgf) em função do deslocamento (m) do conjunto (Valtra BH180 + Sulcador) na operação de sulcação (com extrapolação para 2 hastes) do plantio semi-mecanizado

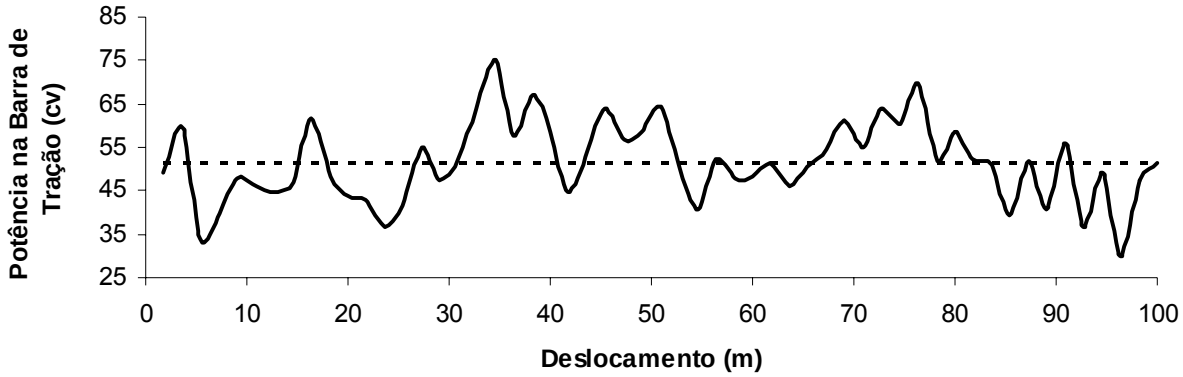

Figura 47 - Gráfico da variação de Potência (cv) em função do deslocamento (m) do conjunto (Valtra BH180 + Sulcador) na operação de sulcação (com extrapolação para 2 hastes) do plantio semi-mecanizado

A Figura 48 apresenta o confronto entre as forças de tração exigidas pelo conjunto do tratamento mecanizado (Fonte de potência + Plantadora) e pela operação de sulcação convencional (para 3 e 2 hastes).

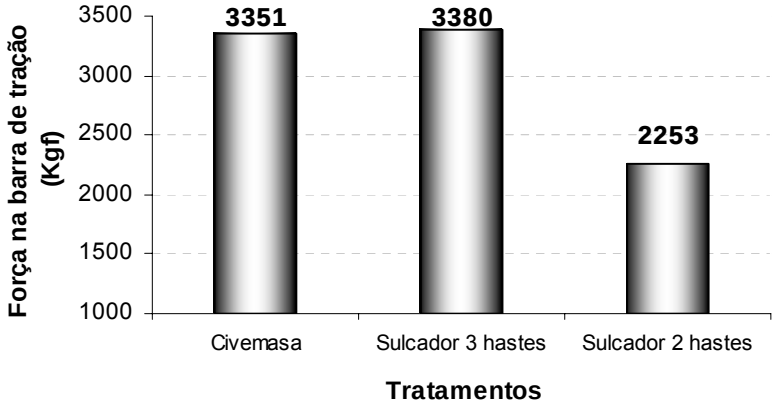

Figura 48 - Comparação entre a força na barra de tração (Kgf), exigida entre os conjuntos

A Figura 49(A) apresenta as médias efetivas de velocidade de trabalho obtidas para os referidos tratamentos. Já a Figura 49(B) apresenta as potências exigidas na barra de tração ou engate 3 pontos (Pb). Esses dados foram obtidos aplicando os resultados da Figura 45 na equação (5).

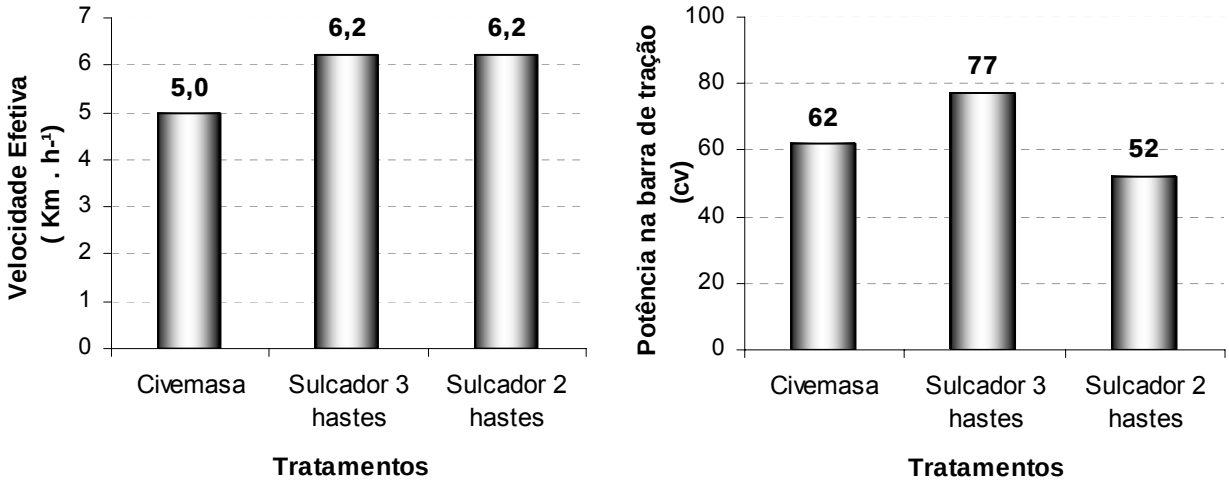

Figura 49 - Comparações entre as velocidades efetivas desenvolvidas pelos conjuntos nas operações de plantio (A) e entre as potências na barra de tração ou engate de 3 pontos (Pb) exigidas pelos conjuntos (B)

O meio utilizado para se estimar a força de tração para a sulcação convencional com duas hastes, para fins de comparação com mesmo número de sulcadores da plantadora, apresenta certa imprecisão, visto que não foram levadas em conta as resultantes do efeito interferência entre elas, que é diferente quando se trabalha com 3 ou 2 hastes.

Em termos de potência final necessária, ressalte-se que os resultados apresentados na Figura 50, a potência exigida pela plantadora, do tratamento mecanizado, não leva em consideração a potência consumida para o acionamento dos mecanismos hidráulicos. 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 finalidade.

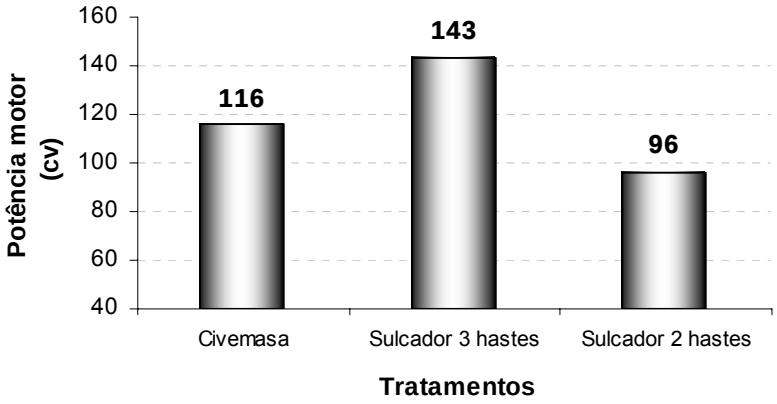

Figura 50 - Comparação entre as potências estimadas no motor (Pmotor), exigidas pelos os conjuntos para tração, com base na norma ASAE EP391 (1983)

Desta forma, tomou-se como base para o acionamento dos mecanismos hidráulicos, o valor da potência estimada indicada pelo fabricante, conforme a Tabela 16.

Tabela 16 - Quantidade de motores hidráulicos e potência estimada consumida para o acionamento da plantadora Civemasa (tratamento Mecanizado)

Tratamento	Máquina	Quantidade de motores hidráulicos	Potência (cv)
Mecanizado	Civemasa	4	30,4

Portanto, acrescentando este valor estimado de potência consumida pelos motores hidráulicos à potência no motor do trator (fonte de potência) determinadas (Figura 48), chega-se ao valor apresentado na Tabela 17. O valor total da potência consumida para a operação da plantadora (146 cv) está próximo do valor indicado pelo fabricante, o qual sugere uma potência mínima necessária para operação de 150 cv no motor.

Tabela 17 - Estimativas das potências consumidas para operação da plantadora para: tração, motores hidráulicos e total

Tratamento	Máquina	Tração (cv)	Motores Hidráulicos (cv)	Total (cv)
Mecanizado	Civemasa	116	30,4	146

Em relação à fonte de potência utilizada no tracionamento da plantadora, ressalta-se que o modelo utilizado no ensaio, Massey Fergusson de 220 cv no motor, encontrava-se superdimensionado em aproximadamente 50 %, para as condições do solo (granulometria e graus de umidade e de compactação) onde ocorreram os estudos, bem como para a velocidade efetiva adotada.

A Tabela 18 resume o conteúdo das Figuras 41 a 47. Ressalta-se que o, aparentemente, elevado resultado de consumo do tratamento mecanizado refere-se ao consumo efetivo, dentro dos intervalos de velocidades e de força de tração padrão e de rotações do motor, adotados nos ensaios. Contudo, os fabricantes de tratores quando informam os consumos horários de seus equipamentos, se baseiam em consumos médios envolvendo, além da ação efetiva da operação, também as manobras de cabeceiras, deslocamentos, funcionamento do motor em marcha lenta etc, o que reduz, em média, em 30 % o consumo efetivo.

Tabela 18 - 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^{-1})	Vef de plantio (km . h^{-1})	Pb (cv)	Ce (L . h^{-1})
Civemasa (mecanizado)	3373	5,0	4,6	63	40,24
Sulcador de 3 hastes (*)	3380	6,2	4,5	77	-
Sulcador de 2 hastes(**)	2253	6,2	4,5	52	-

(*)Utilizado no plantio semi-mecanizado e informado para fins de referência, (**) Ajustado para permitir confronto com a plantadora

Ainda em relação à Tabela 18 observa-se, ainda, que o tratamento mecanizado exigiu um esforço tratório médio (3.300 kgf), muito próximo ao do sulcador de 3 hastes (3.380 kgf), utilizado no plantio semi-mecanizado. Por sua vez este sulcador, quando extrapolado para duas hastes exigiu 2.253 kgf. Pode-se, portanto, inferir que o atrito de rolamento do tratamento mecanizado (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 3.300 kgf e 2.253 kgf, ou seja, 1.047 kgf, na força de tração exigida pela plantadora.

4.15 Capacidade Efetiva

A Tabela 19 apresenta os resultados de capacidade Efetiva e tempos médios de manobras de cabeceiras. É importante ressaltar que estes resultados podem sofrer alterações em função de pequenas variações na velocidade de deslocamento e no tempo gasto para manobras, visto que este último depende também da habilidade dos operadores (tratoristas).

Tabela 19 - Capacidade Efetiva (CE) e limites de tempos médios de manobras de cabeceiras sob as condições padrões dos ensaios, durante o plantio

Máquina	CE ($ha \cdot h^{-1}$)	Tempos de manobras(*) (s)
Civemasa (mecanizado)	1,38	66 e 64

(*) O primeiro tempo refere-se às manobras de forma circular, sem limitação de largura de carreador e o segundo tempo refere-se às manobras convencionais, limitadas pela largura do carreador

É de domínio público que para as mesmas condições de solo (granulometria, nível de compactação ou adensamento e umidade) quanto menor for a área de ataque de um sulcador, menor é sua exigência tratória. Também é sabido que hastes curvas diminuem tal exigência.

É pratica comum no plantio semi-mecanizado a utilização de um sulco mais largo a fim de se evitar o retorno de terra a base do sulco. Contudo no caso do plantio mecanizado, onde as operações (abertura, distribuição dos rebolos e cobrição) são simultâneas, utilizar os mesmos tipos de sulcadores do plantio semi-mecanizado é sem dúvida onerar o cliente, no que diz respeito a maior exigência tratória, com aumento de custos operacionais.

4.16 Mecanismo distribuidor de rebolos

Entende-se que no tratamento mecanizado, o mais importante de todos os órgãos ativos da plantadora é o conjunto de mecanismos responsáveis pela quantidade de rebolos lançados no sulco, pois dele dependerá a densidade de plantio, seguido da qualidade da sulcação e cobrimento.

Todavia, a plantadora Civemasa utiliza-se apenas de um mecanismo de esteiras de borracha com ressaltos alternados transversalmente que recolhem os rebolos dos depósitos e lançam nos sulcos, quando que, na realidade, o ideal seriam mecanismos

dosadores de rebolos . m^{-1} de sulco que teriam a finalidade de dosar a quantidade de rebolos a serem lançados no sulco. Sem esse mecanismo dosador, a quantidade de rebolos lançados nos sulcos é significativamente variável em função da quantidade de rebolos existentes nos depósitos, com tendência de distribuição de maior número de rebolos simultaneamente, quando os depósitos encontram-se mais cheios.

4.17 Custo estimado

A plantadora e os tratores utilizados e seus respectivos valores de aquisição, à vista, foram fornecidos por seus fabricantes revendedores de Piracicaba, conforme Tabela 20.

Tabela 20 - Valor de aquisição das máquinas

Máquinas	Valor de aquisição (R$)	Valor de aquisição (US$)
Plantadora Civemasa	150.000,00	65.217,00
Trator Massey Fergusson	274.800,00	119.478,00
Trator Valtra	150.000,00	65.217,00

(US$1 = R$ 2,30 em Outubro de 2005)

Com base nos valores de aquisição à vista da máquina (plantadora), nas estimativas de preços das peças de reposição por safra, informado pelo fabricante, nos valores obtidos no campo de consumo horário de combustível e da Capacidade Efetiva determinada, efetuou-se os cálculos de análise de custos apresentados na Tabela 21, obedecendo às metodologias propostas por Mialhe (1974), Balastreire (1987).

Tabela 21 - Custo fixo, variável e total do tratamento mecanizado

Máquinas	Tipo de Custos	(R$. ha^{-1})
Plantadora Civemasa	Fixos	11,86
	Variáveis	10,91
	Subtotal	22,77
Trator Massey Fergusson	Fixos	12,28
	Variáveis	60,63
	Subtotal	72,91
Conjunto	Total	**95,68**

A Tabela 22 apresenta o confronto dos custos totais efetivos estimados entre o tratamento mecanizado e semi-mecanizado, considerando uma eficiência de campo de 70 %. É importante ressaltar que o custo com mudas, que varia conforme a densidade do plantio, não está incluído no custo total do tratamento mecanizado (Tabela 22).

Tabela 22 - Tabela de custos totais efetivos estimados dos tratamentos mecanizado e semi-mecanizado

Tratamentos	Custos totais (R$. ha^{-1})
Mecanizado	95,7
Semi-mecanizado	216,2*

* Custo do tratamento semi-mecanizado fornecido pelo grupo COSAN unidade Costa Pinto

Já na Figura 51 visualiza-se o confronto, entre os tratamentos, de custos (R$.ha^{-1}) e do índice percentual, tomando-se o custo do tratamento semi-mecanizado que apresentou maior custo, como índice 100.

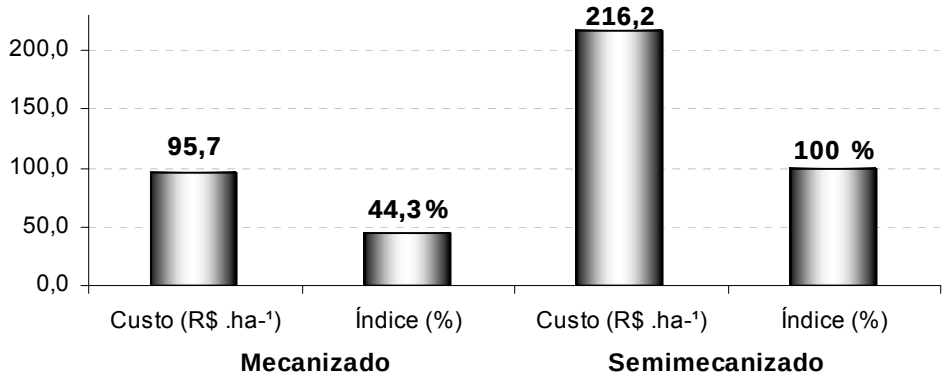

Figura 51 - Confronto entre custos efetivos de plantio mecanizado e o semi-mecanizado

Com base na Tabela 22 e na Figura 51, observa-se que em termos de custos operacionais de plantio, sem envolver custos anteriores (corte, carregamento e transporte de mudas até a área de plantio), a mecanização da operação é altamente vantajosa.

A Figura 52 apresenta a estimativa de custos operacionais em função de diferentes Eficiências de Campo. É evidente que quanto maior a eficiência de campo, menor o custo operacional da operação de plantio. Contudo, a eficiência de campo

depende de um conjunto de ações que englobam aspectos gerenciais e operacionais, como: tamanho e formato de talhões, capacidade reais dos depósitos de mudas, habilidade dos operadores das diversas máquinas envolvidas e a sincronia entre as mesmas. Para se obter uma Eficiência de Campo da ordem de 75 % ou maior, neste tipo de operação, é necessário uma equipe bem treinada.

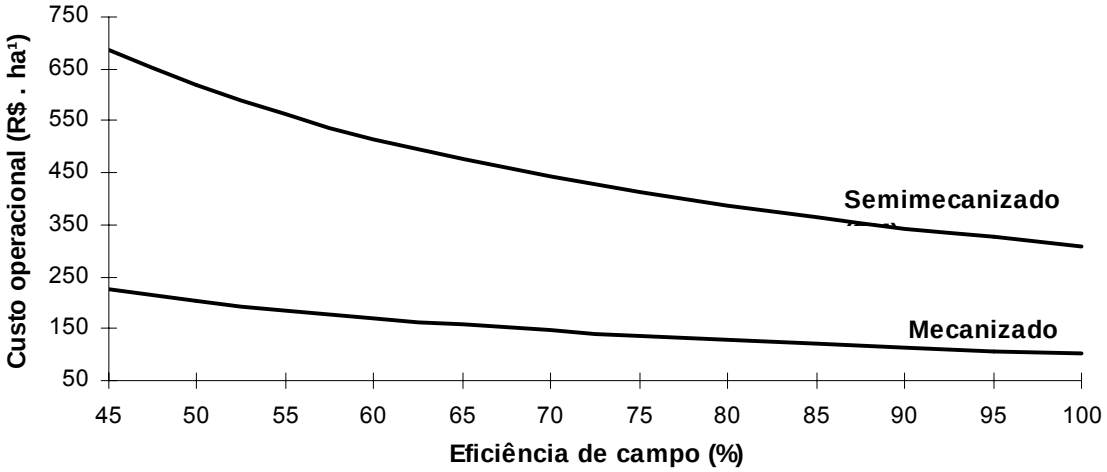

Figura 52 - Estimativas de custos operacionais dos sistemas de plantio Mecanizado e Semi-mecanizado por percentual de eficiência de plantio

4.18 Biometria dos colmos da colheita

As tabelas 23 e 24 apresentam os dados de biometria da cana crua colhida nos tratamentos semi-mecanizado e mecanizado, respectivamente. Confrontando os dados observa-se que, aparentemente, não houve diferenças entre os tratamentos. Também não há diferença significativa entre as variáveis de biometria, no confronto entre os colmos utilizados como muda (Tabelas 2 e 3) e os colhidos (Tabelas 23 e 24).

Tabela 23 - Resultados médios de biometria da cana colhida crua do tratamento Semi-mecanizado

Variáveis	Médias	D. P.	C.V. (%)
Comprimento dos colmos (m)	2,24	0,27	11,93
Diâmetro médio de colmos (cm)	2,64	0,26	10,00
Peso médio de colmos (kg)	1,31	-	-
Número de gemas viáveis . colmo^{-1}	16,98	2,59	15,27
Número de gemas inviáveis . colmo^{-1}	0,55	0,81	147,54
Número total de gemas . colmo^{-1}	17,53	2,57	14,68
% gemas viáveis . colmo^{-1}	96,86	-	-

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

Tabela 24 - Resultados médios de biometria da cana crua do tratamento Mecanizado

Variáveis	Médias	D. P.	C.V. (%)
Comprimento dos colmos (m)	2,19	0,23	10,72
Diâmetro médio de colmos (cm)	2,67	0,28	10,48
Peso médio de colmos (kg)	1,33	-	-
Número de gemas viáveis . colmo^{-1}	16,67	2,41	14,43
Número de gemas inviáveis . colmo^{-1}	0,87	0,89	102,91
Número total de gemas . colmo^{-1}	17,53	2,45	13,95
% gemas viáveis . colmo^{-1}	95,06	-	-

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

Pelas Figuras 53 e 54 observa-se que as correlações entre as variáveis Total de Gemas . colmo^{-1} e comprimento de colmos, em ambos os tratamentos, não são fortes e apresentam resultados próximos de 60 %, como seria de se esperar. Pode-se inferir que, para esta variedade, o aumento do tamanho/comprimento dos colmos refletiu apenas no tamanho do internódio e não na quantidade de gemas.

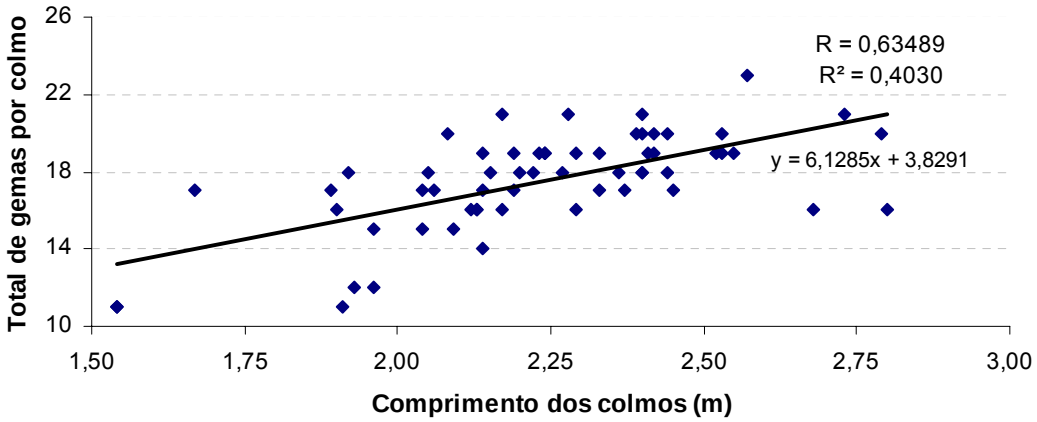

Figura 53 - Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5 % de significância entre o número total de gemas por colmo e o comprimento dos colmos colhidos do tratamento semi-mecanizado

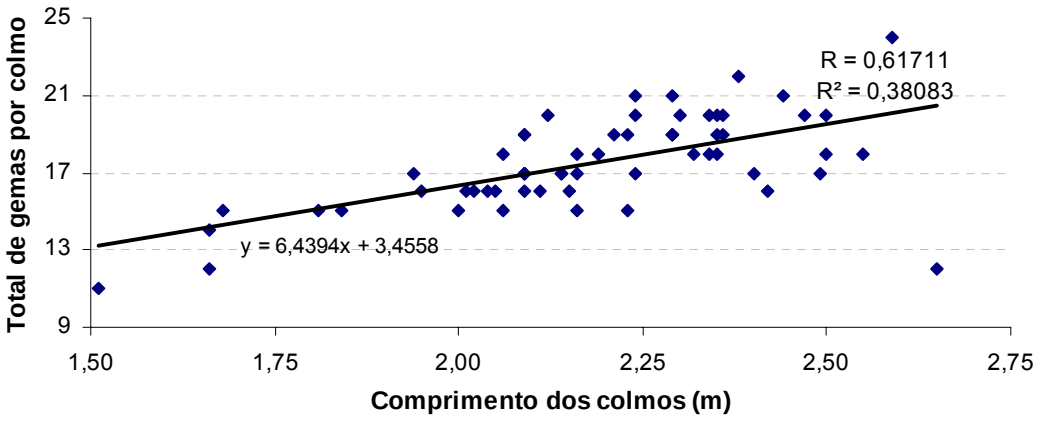

Figura 54 - Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5 % de significância entre o número total de gemas por colmo e o comprimento dos colmos colhidos do tratamento mecanizado

Em relação às Figuras 55 e 56, observa-se que as correlações entre as variáveis *diâmetro* e *comprimento de colmos*, em ambos os tratamentos, também não são fortes e apresentam resultados próximos de 50 %. Com isso, pode-se inferir que, para esta variedade, a variação do diâmetro dos colmos exerceu pouca influência sobre o aumento do número total de gemas . colmo^{-1}.

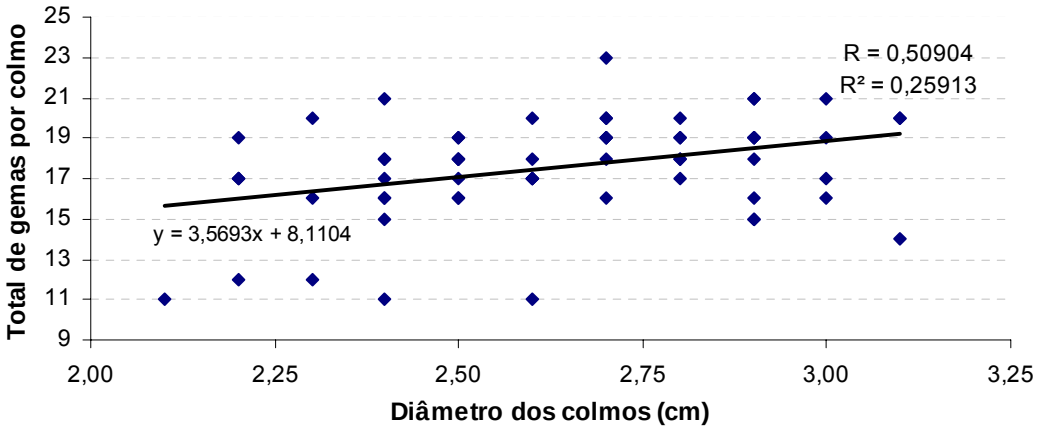

Figura 55 - Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5 % de significância entre o número total de gemas por colmo e o diâmetro dos colmos colhidos do tratamento semi-mecanizado

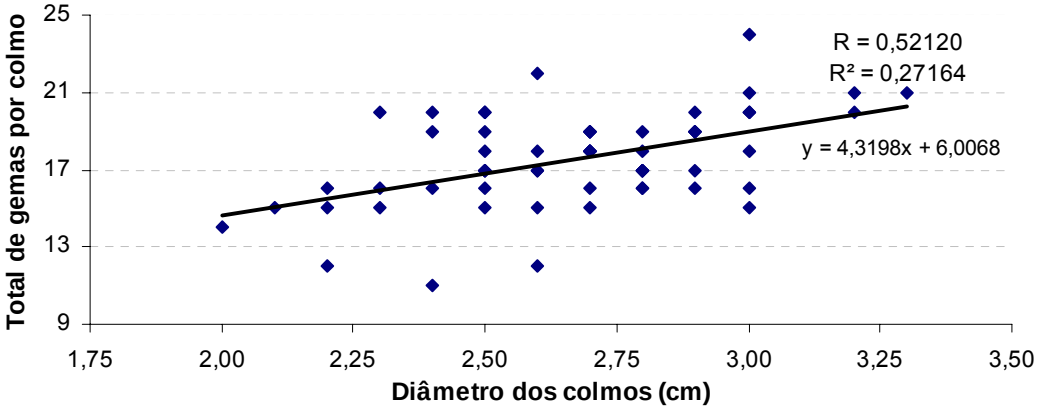

Figura 56 - Resultado da análise de correlação linear e regressão ao nível de 5 % de significância entre o número total de gemas por colmo e o diâmetro dos colmos colhidos do tratamento mecanizado

A Figura 57 apresenta o confronto das amostragens efetuadas do número total de colmos por hectare de cada tratamento. Observa-se que, conforme esperado, a maior incidência de falhas de plantio do tratamento mecanizado, resultou em um menor número de colmos industrializáveis.

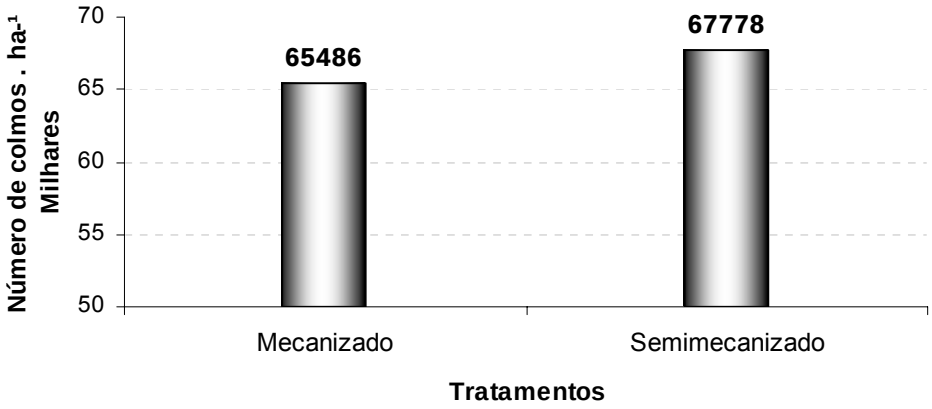

Figura 57 - Confronto entre os tratamentos das amostragens efetuadas de número de colmos por hectare

4.19 Produtividade e Rendimento Agrícola

Em relação à Figura 58(A) observa-se que, como esperado, as falhas de plantio refletiram na produtividade agrícola. A diferença de produtividade encontrada entre os dois tratamentos foi de 1,5 $t.ha^{-1}$, o que é um valor pouco considerável mesmo levando-se em conta a perda de produtividade que ocorrerá em cinco anos de vida útil do talhão. Cabe observar que fatores exógenos inerentes ao plantio mecanizado interferem na variável falhas e, conseqüentemente, na produtividade.

De qualquer maneira, pode-se afirmar que, assim como Peixoto et al. (1984) citados por Peixoto et al. (1988), o aumento da densidade de mudas utilizado no tratamento mecanizado não refletiu em uma maior produtividade e nem na diminuição do número de falhas, Figura 58(B).

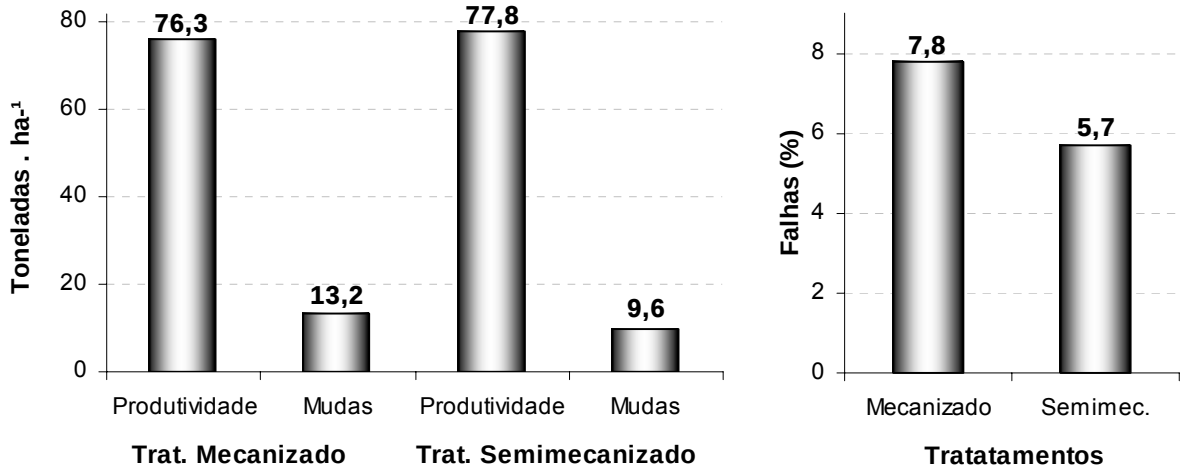

Figura 58 - Confronto entre as produtividades agrícolas obtidas nos tratamentos e a quantidade de mudas utilizadas no plantio (A). Confronto entre os percentuais de falhas determinadas aos 90 dias após o plantio de cada tratamento (B)

No que diz respeito a valores absolutos, ambos os tratamentos apresentaram produtividades maiores do que a média do estado de São Paulo (74 $t.ha^{-1}$), o qual é considerado um dos estados com maior produtividade do setor (BRASIL, 2007).

A Figura 59 apresenta o confronto, entre os tratamentos, dos rendimentos agrícolas obtidos e o percentual de falhas encontrado. Como o rendimento agrícola é determinado pela relação entre a quantidade de mudas plantadas e a produtividade obtida ao final do ciclo, o tratamento semi-mecanizado foi o que apresentou melhor rendimento (810 %), visto que utilizou menor densidade de plantio (9,6 $t.h^{-1}$) e obteve maior produtividade (77,8 $t.h^{-1}$).

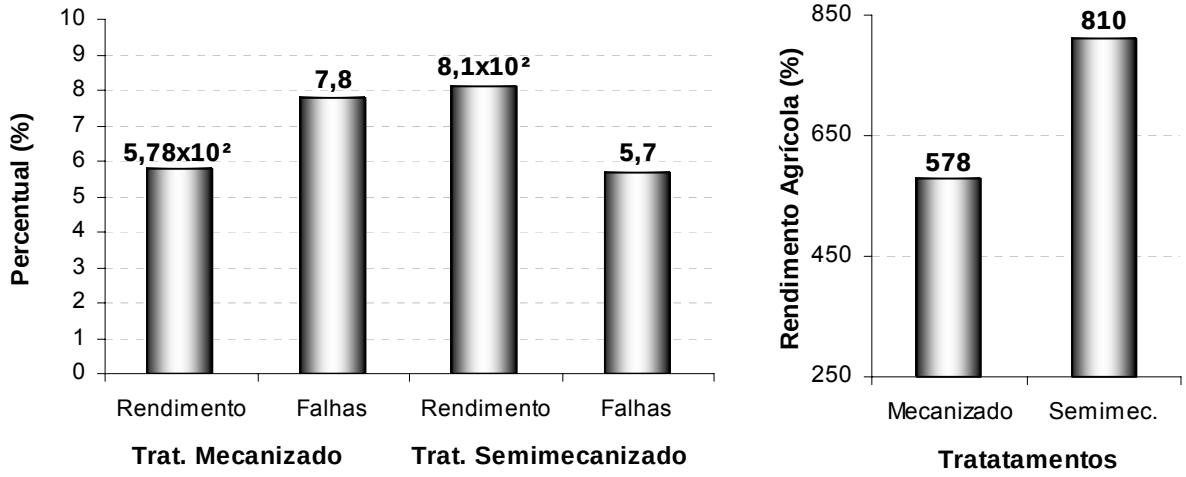

Figura 59 - Confronto entre os rendimentos agrícolas obtidos e o percentual de falhas encontrado em cada tratamento (A). Confronto entre os rendimentos agrícolas de cada tratamento (B)

4.20 Dados agrícolas e análises tecnológicas

Os dados agrícolas da Tabela 25, referente aos tratamentos mecanizado e semi-mecanizado, foram analisados estatisticamente e os seus valores comparados pelo teste de Tukey em nível de 5 % de significância.

O teste apontou que, no nível de probabilidade adotado, todas as variáveis do tratamento semi-mecanizado apontados na Tabela 25, quando comparadas com as suas correspondentes do tratamento mecanizado, não diferem significativamente entre si, ou seja, para os resultados agrícolas, estatisticamente não houve diferença entre os dois tratamentos.

Tabela 25 - Resultados do Teste de Tukey dos tratamentos referentes a dados agrícolas

Tratamentos	C. Colmos (m)	Diâmetro (cm)	G.C.	G.V. (%)	Quantidade (Colmos.ha^{-1})	Produtividade (t . ha^{-1})
Semimec.	2,24 A	2,64 A	17,53 A	96,93 A	67.778 A	77,78 A
Mecanizado	2,19 A	2,67 A	17,53 A	95,12 A	65.486 A	76,28 A

C. Colmos = Comprimento dos colmos; G.C. = Total de gemas por colmo; G.V. = Percentual de gemas viáveis por colmo

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

É de senso comum que a eficiência de uma usina ou destilaria está na dependência direta da qualidade e da recuperação de açúcar e álcool da matéria-prima. Os parâmetros tecnológicos apontados na Tabela 26, são os resultados da análise tecnológica de matéria-prima efetuada nas amostras colhidas dos tratamentos mecanizado e semi-mecanizado. Esses parâmetros são utilizados para medir a qualidade da matéria-prima e seu poder de extração.

Em relação aos valores obtidos da análise tecnológica, Tabela 26, referente aos tratamentos mecanizado e semi-mecanizado, foram analisados estatisticamente e os seus valores comparados pelo teste de Tukey em nível de 5 % de significância. O teste apontou que, no nível de probabilidade adotado, os resultados tecnológicos do tratamento semi-mecanizado, quando comparados com os seus correspondentes do tratamento mecanizado, não diferem significativamente entre si, ou seja, estatisticamente não houve diferença de análise tecnológica entre os dois tratamentos, o que era de se esperar, salvo algum fator exógeno atuasse separadamente em um dos tratamentos, tais como pragas ou doenças.

Tabela 26 - Resultados do Teste de Tukey dos tratamentos relativos às análises tecnológicas da matéria-prima colhida

Trat.	Terra (%)	Brix (%)	Leit. Pol.	PBU	Fibra (%)	Pol (%)	PZA	PC	AR (%)	ARC (%)	ATR (%)
Sem.	1,91 A	19,77 A	71,40 A	141,02 A	12,16 A	17,32 A	87,61 A	14,63 A	0,64 A	0,54 A	144,24 A
Mec.	2,36 A	20,20 A	72,99 A	136,55 A	11,80 A	17,68 A	87,51 A	15,02 A	0,64 A	0,54 A	148,03 A

Tratam. = Tratamentos; Semim = Semi-mecanizado; Mecan. = Mecanizado; Leit = Leitura do sacarímetro; PBU = Peso do bolo úmido; Pol = % de Pol do caldo extraído; PZA = Pureza; PC = % de Pol da cana; AR = Açúcares redutores do caldo extraído; ARC = Açúcares redutores da cana; ATR = Açúcar total recuperável

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

5 CONCLUSÕES

Com a variedade utilizada no ensaio, o fracionamento dos colmos em rebolos, efetuado no tratamento mecanizado, ocasionou a diminuição do número de gemas viáveis.

A quantidade de gemas viáveis por rebolo, do tratamento mecanizado, foi menor do que o usual para o estado de São Paulo.

No tratamento mecanizado, as perdas de gemas viáveis ocasionadas pelos processos mecânicos e o tamanho médio dos rebolos resultaram em uma quantidade muito baixa de gemas viáveis por rebolo.

A densidade de mudas do plantio mecanizado foi maior que o usual. Contudo, o tratamento mecanizado apresentou menor número de gemas viáveis por metro de sulco em relação ao tratamento semi-mecanizado.

Para diminuir as falhas do plantio mecanizado é preciso aumentar o número de gemas viáveis por metro de sulco.

O tratamento mecanizado apresentou um início de brotação mais tardio, quando comparado com o semi-mecanizado.

Número médio de perfilhos por metro linear de sulco do tratamento mecanizado foi inferior ao semi-mecanizado.

O percentual de falhas do tratamento mecanizado foi três vezes maior que o tratamento semi-mecanizado.

A potência necessária, indicada pelo fabricante, para o tracionamento da plantadora na ação do plantio mostrou-se correta.

O custo operacional efetivo do plantio mecanizado foi inferior ao semi-mecanizado.

O número de colmos industrializáveis, por hectare, foi menor no tratamento mecanizado, o que resultou em uma menor produtividade agrícola.

A maior densidade de mudas do plantio mecanizado não resultou em diminuição de falhas e, conseqüentemente, não melhorou a produtividade agrícola. No entanto, contribuiu para um menor rendimento.

REFERÊNCIAS

ANDREOLI, C.; SOUZA, S. P. Cana-de-ácúcar: a melhor alternativa para conversão da energia solar e fóssil em etanol. **Economia e Energia**, v. 11, n. 59, p. 27-29, dez./jan. 2006/2007. Disponível em: <http://www.ecen.com/eee59 /eee59p/ ecen_59p.htm>. Acesso em: 13 mar. 2007.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEEERS. **Yearbook of standards.** St. Joseph, 1983. 835 p. (ASAE-EP, 391).

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES **Anuário da indústria automobilística brasileira, 2007.** Disponível em: <http://www. anfavea.com.br/Anuario2006/Cap02_2006.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2007.

ATDVEDA, 2005. Disponível em: <hhttp://www.atdveda.com.br>. Acesso em: 10 out. 2005.

BALASTREIRE, L.A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. 307 p.

BEAUCLAIR, E.G.F. ; SCARPARI, M.S. Noções fitotécnicas. In: RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C; CASAGRANDI, 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.

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.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. **Projeções do agronegócio:** mundial e Brasil - 2006/07 a 2016/17. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PBRASIL/ MENU_LATERAL/AGRICULTURA_PECUARIA/PROJECOES_AGRONEGOCIO/CENARIOS%20DO%20AGRONEGOCIO%202006-2007% 20A%202016-2017%20A1.PDF>. Acesso em: 07 mar. 2007.

CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L.R.F. **Conceitos gerais de compactação do solo 2006.** Disponível em: <http://www.infobibos.com/ Artigos/CompSolo/Comp1.htm>. Acesso em: 26 mar. 2007.

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 Agricola,** 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>. Acesso em: 25 maio 2006.

CARVALHO, E.P. A produção brasileira está crescendo o suficiente para atender a demanda prevista de açúcar e álcool nos mercados interno e externo? In: CONFERENCIA INTERNACIONAL DA DATAGRO SOBRE AÇÚCAR E ÁLCOOL, 6., 2006. Disponível em: <http://www.portalunica.com.br/portalunica/files/referencia_palestraseapresentacoes_apresentacoes-49-Arquivo.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2007.

CARVALHO, E.P. O risco como aliado. **Informação Única,** ano 9, n. 74, jan./fev. 2007. Disponível em: <http://www.portalunica.com.br/portalunica/files/referencia_publicacoes_informacaounica-30-Arquivo.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2007.

CARVALHO, G.R. O setor sucroalcooleiro em perspectiva. **Conjuntura Agropecuária: Sucroalcooleiro.** Empraba, mar. 2006. Disponível em: <http://www.cnpm.embrapa.br/conjuntura/0603_Sucroalcooleiro.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2007.

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

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Cana-de-açúcar, safra 2006/2007 – 3º levantamento, nov. 2006.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/3_levantamento_nov2006.doc>. Acesso em: 28 fev. 2007.

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

DIAS NETO, A.F. **Aprimoramento de um mecanismo dosador de rebolos de cana-de-açúcar para o plantio mecanizado**. 2000. 115 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

DWECK, D.; FAVARO, T. O Nosso é real. O de Bush é Bláblábláblá. **Veja**, São Paulo, v. 40, n. 9, p. 64-69, mar. 2007.

FARONI, C.E. **Sistema radicular de cana-de-açúcar e identificação de raízes metabolicamente ativas**. 2004. 68 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

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

GAMERO, C.A.; 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.

HUNT, D. **Farm power and machinery management.** Ames: Iowa State University Press, 1977. 365 p.

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

LEE, T.S.G.; SILVA, M.R. Pré-tratamento para plantio de cana inteira. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 105, n. 4,5/6. p. 8-12, 1987.

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

MOLINA JÚNIOR, W.F.; CANALE, A.C. Depreciação do trator agrícola no brasil: valor corrente de mercado. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 18, n. 1, p. 59-65, set. 1998.

ORLANDO FILHO, J.; RODELLA, A.A. Adubação nitrogenada em cana-planta: perfilhamento e produtividade agrícola. **STAB** . **Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 13, n. 3, p. 16-18, jan./fev. 1995.

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>. Acesso em: 13 mar. 2007.

PEIXOTO, A.A; BERTO, P.N.A.; THURLER, 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.

PINTO, A.C.P.; MORAES, E.E. Equipamento distribuidor de toletes para plantio de cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO COOPERSUCAR DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 7., 1997, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: COOPERSUCAR, 1997. p. 213-231.

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

QUEIROZ, V.; BENETTI, R.; PRADO, H.; MORETTI, F.C. Aspectos estruturais de raízes de cana-de-açúcar sob o efeito da compactação do solo. **Bragantia,** Campinas, v. 57, n. 1, 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87051998000100007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 26 mar. 2007.

QUINTELA, A.C.R. **Avaliação do plantio convencional e de cana inteira com e sem desponte, e da compactação pós cobertura, em duas variedade de cana-de-açúcar**. 1996. 37 p. 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 do Plantio de cana inteira, com e sem desponte, e da compacatação 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.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.; MIALHE, L.G.; NOVAES, H.P. Um critério para avaliação de canaviais visando à colheita. In: Separata de CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 4., 1977, Pelotas. Pelotas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1977. 10 p.

RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C.; CASAGRANDI, D.V. **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. 154 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1984.

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.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V.L. Influência do plantio mecanizado no índice de germinação da cana-de-açúcar. **STAB** . **Açúcar, Álcool e Subprodutos,** Piracicaba, v. 2, n. 5, p. 22-26, maio/jun. 1984.

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

UNIÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DE SÃO PAULO. **Exportação de açúcar – ranking 2005.** Disponível em: <hhttp://www.portalunica.com.br/portalunica/files/ referencia_palestraseapresentacoes_apresentacoes-49-Arquivo.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2007a.

UNIÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DE SÃO PAULO. **Exportação de álcool – ranking 2005.** Disponível em: <hhttp://www.portalunica.com.br/portalunica/files/ referencia_palestraseapresentacoes_apresentacoes-49-Arquivo.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2007b.

VEIGA, C.F.M.; VIEIRA, J.R.; MARGADO, I.F. **Diagnóstico da cadeia produtiva da cana-de-açúcar do Estado do Rio de Janeiro:** relatório de pesquisa. Rio de Janeiro, FAERJ; SEBRAE/RJ, 2006. Disponível em: <http://www.ufrrj.br/institutos/ib/denf/diagnosti cocanaRJ.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2007.

VICENTE, E.F.R.; FERNANDES, V. Mensuração do custo de cana-de-açúcar para médios produtores. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 11., 2004, Porto Seguro. **Anais ...** Disponível em: <http://www.congressodecustos.com.br/trabalhos/MENSURA%C3%83+O%20DOS%20CUSTOS%20DE%20PRODU%C3%83+O%20DE%20CANA-DE%C3%83+CAR%20PARA%20M+DIOS%20PRODUTORES.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2007.

APÊNDICE

APÊNDICE A - Avaliação de gemas e gemas inviáveis por colmos

Avaliação de gemas e gemas inviáveis por colmos
Responsáveis: Daniel e Geraldo Data: 06/10/05

Colmos	Comprimento colmo (cm)	Diâmetro colmo (cm)	No. Gemas	No. Gemas inviáveis	No. Gemas viáveis
1	247	3,30	17	0	17
2	262	2,90	16	2	14
3	236	2,60	13	1	12
4	236	2,60	17	2	15
5	215	2,60	12	2	10
6	238	2,90	14	4	10
7	241	2,50	14	2	12
8	207	2,80	15	1	14
9	207	2,90	16	4	12
10	234	2,80	14	4	10
11	241	2,90	17	4	13
12	219	2,70	15	0	15
13	238	2,60	14	3	11
14	242	3,10	15	3	12
15	258	2,70	14	1	13
16	261	2,50	17	4	13
17	247	2,70	17	2	15
18	212	3,20	14	3	11
19	245	3,00	15	4	11
20	255	2,70	15	3	12
21	233	3,10	17	3	14
22	233	2,90	15	1	14
23	232	2,80	14	5	9
24	219	2,50	13	0	13
25	238	2,60	17	3	14
26	213	2,80	16	1	15
27	242	3,10	16	5	11
28	243	3,00	14	3	11
29	252	2,90	15	5	10
30	220	2,50	14	0	14
Total			452	75	377
Média	235,5	2,8	15,07	2,50	12,57
D.P.	15,5	0,2	1,4	1,6	1,9
CV	6,6	7,9	9,4	62,8	15,5

Legenda: I,J,K e L = Dados originais; M = (K-L)

Peso Rebolos com Bigbag: 45,4 Kg
Peso do Bigbag: 1,6Kg
Peso dos Rebolos: 43,8 Kg

APÊNDICE B - Avaliação de gemas e gemas inviáveis por colmos

Avaliação de gemas e gemas inviáveis por colmos

Responsáveis: Daniel e Geraldo Data: 07/10/05

A	B	C	D	E	F
Colmos	Comprimento colmo (cm)	Diâmetro colmo (cm)	No. Gemas	No. Gemas inviáveis	No. Gemas viáveis
1	240	2,8	16	4	12
2	240	2,7	14	3	11
3	260	3,2	17	4	13
4	230	2,5	18	1	17
5	210	3,0	15	1	14
6	270	2,9	17	0	17
7	190	2,7	13	3	10
8	230	2,7	17	1	16
9	255	2,9	16	2	14
10	255	2,8	17	5	12
11	210	2,4	16	5	11
12	251	2,7	20	2	18
13	210	2,7	13	4	9
14	239	2,8	15	3	12
15	235	2,9	17	2	15
16	238	3,0	17	1	16
17	220	2,9	14	3	11
18	265	2,9	19	3	16
19	205	2,1	16	7	9
20	243	2,8	17	1	16
21	215	2,5	15	4	11
22	223	2,4	15	2	13
23	240	2,7	20	10	10
24	200	2,6	13	1	12
25	284	2,9	18	4	14
26	230	2,9	18	5	13
27	265	2,7	17	6	11
28	215	2,8	15	2	13
29	230	3,2	17	3	14
30	220	2,4	17	1	16
Total			489	93	396
Média	233,9	2,7	16,30	3,10	13,20
D.P.	22,6	0,2	1,9	2,1	2,5
CV	9,6	8,7	11,4	69,0	19,0

Legenda: A,B,C e D = Dados originais; F = (D-E)

Peso Rebolos com Bigbag: 44,7 Kg
Peso do Bigbag: 1,1Kg
Peso dos Rebolos: 43,6 Kg

APÊNDICE C - Biometria dos Rebolos

Biometria dos Rebolos

Responsáveis: Daniel e Geraldo Data: 06/10/05

R.	Comp	No.	No.	R.	Comp	No.	No.	R.	Comp	No.	No.	R.	Comp	No.	No.	R.	Comp	No.	No.
No.	(cm)	GV	GI	No.	(cm)	GV	GI	No.	(cm)	GV	GI	No.	(cm)	GV	GI	No.	(cm)	GV	GI
1	32	2	1	51	35	1	1	101	39	1	0	151	37	2	0	201	31	1	1
2	34	2	0	52	37	1	2	102	39	1	1	152	37	1	2	202	33	1	1
3	30	1	1	53	34	3	0	103	32	1	1	153	33	0	2	203	24	1	0
4	40	1	1	54	39	2	0	104	34	2	0	154	39	2	1	204	35	1	1
5	39	1	0	55	30	0	1	105	39	1	1	155	33	1	1	205	36	1	2
6	33	1	1	56	19	1	1	106	37	0	2	156	35	0	2	206	34	0	2
7	38	1	1	57	35	2	2	107	33	2	0	157	26	3	0	207	26	2	1
8	36	0	2	58	34	1	0	108	37	1	1	158	28	0	2	208	37	0	3
9	34	0	3	59	37	1	1	109	38	1	1	159	20	1	0	209	37	2	1
10	36	0	2	60	35	1	1	110	35	1	1	160	19	1	1	210	30	2	0
11	33	1	1	61	36	1	2	111	39	2	1	161	33	1	1	211	16	2	0
12	35	1	1	62	35	0	2	112	27	0	1	162	37	3	0	212	5	0	0
13	35	0	2	63	36	1	1	113	10	0	0	163	38	2	1	213	37	2	0
14	34	0	2	64	36	1	1	114	39	3	1	164	35	1	1	214	38	2	1
15	39	1	2	65	36	0	2	115	32	1	0	165	27	0	2	215	36	0	2
16	30	1	1	66	38	2	0	116	36	1	2	166	40	2	1	216	28	2	1
17	37	1	1	67	37	2	0	117	31	1	1	167	29	0	2	217	27	2	0
18	37	3	0	68	36	2	0	118	35	0	2	168	24	1	1	218	20	1	1
19	35	0	2	69	34	2	0	119	33	0	2	169	34	0	2	219	10	0	0
20	38	2	0	70	35	1	1	120	34	1	1	170	36	2	0	220	37	2	1
21	35	2	0	71	36	2	0	121	24	1	1	171	36	2	0	221	36	1	1
22	38	2	0	72	17	0	1	122	37	2	0	172	33	1	1	222	33	2	0
23	36	2	0	73	33	1	1	123	33	0	1	173	37	3	0	223	30	1	1
24	34	2	0	74	37	2	0	124	35	1	1	174	39	2	0	224	25	1	1
25	38	2	1	75	39	1	1	125	38	1	1	175	34	0	1	225	9	1	0
26	36	2	0	76	36	1	1	126	34	1	1	176	36	0	1	**Total**		**271**	**185**
27	25	1	0	77	35	0	2	127	35	0	3	177	36	1	1				
28	38	1	1	78	36	1	2	128	36	1	1	178	29	1	1				
29	20	1	0	79	34	2	0	129	36	2	0	179	22	2	0				
30	39	1	1	80	34	2	0	130	38	3	0	180	14	0	1				
31	39	1	1	81	27	1	0	131	39	1	1	181	12	0	1				
32	38	2	0	82	33	1	1	132	37	2	0	182	9	0	1				
33	36	0	2	83	35	2	0	133	39	1	1	183	14	1	0				
34	37	1	1	84	33	1	1	134	32	1	1	184	19	0	1				
35	37	1	1	85	12	0	0	135	36	2	1	185	14	0	0				
36	30	0	1	86	38	0	2	136	38	2	1	186	26	4	1				
37	38	2	0	87	35	0	2	137	36	1	1	187	17	1	1				
38	36	3	0	88	35	0	2	138	36	2	1	188	7	0	0				
39	36	2	0	89	36	2	0	139	36	1	1	189	25	2	1				
40	20	0	1	90	36	2	1	140	32	1	1	190	12	0	0				
41	38	3	0	91	37	3	0	141	37	0	2	191	13	0	0				
42	36	2	0	92	36	2	0	142	35	1	1	192	8	1	0				
43	38	1	1	93	36	2	2	143	35	2	0	193	6	1	0				
44	22	0	1	94	36	1	0	144	33	2	0	194	7	0	1				
45	9	1	0	95	34	2	0	145	34	1	1	195	5	1	0				
46	40	3	0	96	36	1	1	146	37	2	0	196	33	1	1				
47	31	1	1	97	37	3	0	147	32	1	0	197	39	3	0				
48	38	1	1	98	38	1	2	148	34	1	1	198	36	1	1				
49	36	2	0	99	32	1	1	149	38	3	1	199	35	2	0				
50	35	4	0	100	32	1	1	150	37	1	2	200	33	0	2				

Biometria dos Rebolos
Responsáveis: Daniel e Geraldo Data: 07/10/05

R.	Comp	No.	No.	R.	Comp	No.	No.	R.	Comp	No.	No.	R.	Comp	No.	No.	R.	Comp	No.	No.
No.	(cm)	GV	GI	No.	(cm)	GV	GI	No.	(cm)	GV	GI	No.	(cm)	GV	GI	No.	(cm)	GV	GI
1	36	0	2	51	36	1	2	101	33	1	1	151	38	4	0	201	15	0	1
2	37	3	0	52	25	1	0	102	33	1	2	152	30	1	1	202	18	1	1
3	35	2	0	53	30	2	0	103	37	1	1	153	36	3	0	203	21	2	1
4	37	0	2	54	39	1	2	104	33	1	1	154	37	1	1	204	16	2	0
5	38	3	0	55	34	1	2	105	36	1	1	155	33	0	1	205	36	2	0
6	36	1	1	56	30	0	1	106	37	2	0	156	36	0	2	206	19	1	1
7	40	4	0	57	29	2	0	107	30	0	1	157	35	2	1	207	15	0	2
8	35	2	0	58	39	2	1	108	34	1	1	158	36	1	2	208	37	3	1
9	31	1	0	59	32	3	0	109	35	3	0	159	35	1	1	209	34	2	0
10	27	2	0	60	36	2	0	110	35	0	2	160	37	1	2	210	33	6	0
11	28	0	2	61	34	1	1	111	36	2	1	161	39	1	2	211	27	0	1
12	38	2	0	62	36	0	2	112	35	2	2	162	35	2	0	212	10	0	1
13	37	1	2	63	29	0	1	113	32	1	0	163	35	1	3	213	4	0	1
14	40	0	2	64	35	2	0	114	39	1	0	164	39	2	1	214	9	1	1
15	37	1	1	65	37	2	1	115	14	1	0	165	37	0	3	215	7	1	0
16	36	1	0	66	28	0	2	116	18	0	2	166	36	3	0	216	10	0	0
17	37	2	0	67	34	1	1	117	37	2	1	167	38	1	0	217	8	0	0
18	33	1	1	68	8	0	1	118	36	2	0	168	35	1	1	218	15	1	0
19	37	2	1	69	7	0	1	119	34	0	2	169	36	2	1	219	8	1	0
20	30	0	1	70	10	1	0	120	32	1	1	170	33	0	2	220	7	0	1
21	35	3	0	71	12	1	0	121	34	1	1	171	40	0	2	221	5	1	0
22	26	1	1	72	14	1	0	122	36	2	1	172	37	3	1	**Total**		**298**	**197**
23	35	2	0	73	7	1	0	123	36	3	0	173	30	2	1				
24	35	4	0	74	36	2	1	124	32	0	2	174	26	0	2				
25	10	0	1	75	38	4	0	125	25	1	1	175	37	1	1				
26	36	0	3	76	36	1	2	126	24	1	0	176	33	0	2				
27	30	2	1	77	32	2	0	127	35	2	0	177	35	1	2				
28	38	1	1	78	38	3	1	128	33	2	0	178	35	1	1				
29	37	0	2	79	35	1	1	129	35	1	2	179	38	1	1				
30	37	3	0	80	36	0	2	130	31	3	0	180	32	1	1				
31	38	1	1	81	32	0	2	131	35	0	2	181	32	1	0				
32	37	3	0	82	34	1	1	132	37	3	0	182	36	0	3				
33	37	1	1	83	36	1	2	133	34	1	0	183	38	2	1				
34	39	2	1	84	35	0	3	134	31	1	1	184	37	2	1				
35	34	0	2	85	36	2	0	135	23	3	0	185	30	1	1				
36	33	1	0	86	38	3	0	136	34	3	0	186	35	2	0				
37	39	3	0	87	33	0	2	137	34	1	1	187	31	1	1				
38	36	1	1	88	35	2	0	138	29	2	1	188	37	2	1				
39	35	0	3	89	34	2	0	139	37	0	2	189	32	0	2				
40	40	4	0	90	29	2	0	140	37	5	0	190	37	3	0				
41	31	2	0	91	34	0	2	141	33	2	0	191	38	2	1				
42	37	1	1	92	34	2	0	142	38	1	1	192	21	3	0				
43	34	1	0	93	39	0	2	143	36	1	2	193	34	0	2				
44	32	1	0	94	34	1	1	144	37	1	1	194	40	3	1				
45	37	3	0	95	37	3	1	145	37	0	2	195	31	2	0				
46	35	1	0	96	36	2	1	146	35	1	1	196	32	0	1				
47	36	1	1	97	36	2	0	147	32	1	1	197	35	1	2				
48	40	3	0	98	35	0	2	148	34	0	2	198	37	4	0				
49	40	1	1	99	30	1	1	149	37	3	0	199	34	2	1				
50	35	1	0	100	33	0	2	150	37	0	2	200	20	1	1				

APÊNDICE D - Sulcação

Sulcação
Responsáveis: Daniel e Geraldo Data: 10/10/05
Sulcador de 3 hastes

	A	B	C	D	E	F				
Repetição	Distância (m)	Tempo (h:m:s)	Manobra (h:m:s)	Tempo Efetivo (h:m:s)	Tempo Manobra (h:m:s)	Vel. Efetiva (m/s)	Vel. Efetiva (Km/h)	Vel. Op. (m/s)	Vel. Op. (Km/h)	Ef. Campo (%)
1	200,00	0:02:37	0:03:07	0:02:37	0:00:30	1,27	4,59	1,07	3,85	80,89
2	200,00	0:05:43	0:06:35	0:02:36	0:00:52	1,28	4,62	0,96	3,46	66,67
3	200,00	0:09:33	0:11:08	0:02:58	0:01:35	1,12	4,04	0,73	2,64	46,63
4	200,00	0:13:41		0:02:33	0:00:59	1,31	4,71	0,94	3,40	61,44
Total	800,00			0:10:44	0:03:56					
Média				0:02:41	0:00:59	1,25	4,49	0,93	3,34	
D.P				0:00:11	0:00:33					
C.V. (%)				1,78	14,01					

Obs: O ponto de partida foi cronometrado no momento do lançamento da primeira cana;
Já o ponto de início da manobra ocorreu com o lançamento da última cana

Legenda: A,B,C,D,E e F = Dados originais;

APÊNDICE E - Cobrimento

Cobrimento
Responsáveis: Daniel e Geraldo Data: 10/10/05
Cobridor de sulcos de 2 discos

Repetição	Distância (m)	Tempo (h:m:s)	Manobra (h:m:s)	Tempo Efetivo (h:m:s)	Tempo Manobra (h:m:s)	Vel. Efetiva (m/s)	Vel. Efetiva (Km/h)	Vel. Op. (m/s)	Vel. Op. (Km/h)	Ef. Campo (%)
1	200,00	0:01:21	0:01:40	0:01:21	0:00:19	2,47	8,89	2,00	7,20	76,54
2	200,00	0:02:58	0:03:19	0:01:18	0:00:21	2,56	9,23	2,02	7,27	73,08
3	200,00	0:04:35	0:04:48	0:01:16	0:00:13	2,63	9,47	2,25	8,09	82,89
4	200,00	0:06:01	0:06:25	0:01:13	0:00:24	2,74	9,86	2,06	7,42	67,12
5	200,00	0:07:38	0:07:54	0:01:13	0:00:16	2,74	9,86	2,25	8,09	78,08
6	200,00	0:09:04		0:01:10	0:00:19	2,86	10,29	2,25	8,09	72,86
Total	1200,00			0:07:31	0:01:33					
Média				0:01:15	0:00:19	2,67	9,60	2,14	7,69	
D.P				0:00:04	0:00:04					
C.V. (%)				0,88	4,60					

APÊNDICE F - CANA QUEIMADA

TRATAMENTO: M 1 MÁQUINA: Manual
RESPONSÁVEL: Daniel_____DATA 04/10/06

REPET.	Nº COLMOS INDUSTRIAL		PORTE DO CANAVIAL				
			ERETO		ACAMADO	DEITADO	
R1	1	46	1	4	2	1	
	2	50	2	5	1	0	
	3	42	3	5	1	0	
	4	46	4	1	0	1	
R2	1	33	1	3	2	0	
	2	43	2	5	2	0	
	3	53	3	6	1	0	
	4	47	4	7	3	1	
R3	1	41	1	3	2	0	
	2	43	2	4	0	0	
	3	37	3	3	0	1	
	4	33	4	4	2	6	
R4	1	44	1	7	3	3	
	2	40	2	6	1	3	
	3	34	3	2	0	3	
	4	44	4	10	1	5	
R5	1	30	1	8	5	5	
	2	27	2	10	2	0	
	3	36	3	8	2	0	
	4	32	4	10	1	2	
R6	1	44	1	5	3	2	
	2	45	2	6	1	2	
	3	41	3	6	2	0	
	4	45	4	4	2	0	

APÊNDICE G - CANA QUEIMADA

CANA QUEIMADA

TRATAMENTO: CG1 MÁQUINA: Civemasa Grande
RESPONSÁVEL: Daniel_____DATA 04/10/06

REPET.	Nº COLMOS INDUSTRIAL		PORTE DO CANAVIAL				
			ERETO		ACAMADO	DEITADO	
R1	1	27	1	6	1	0	
	2	31	2	4	1	1	
	3	36	3	4	0	0	
	4	40	4	4	3	1	
R2	1	43	1	6	0	0	
	2	53	2	6	1	2	
	3	44	3	9	2	1	
	4	46	4	6	1	0	
R3	1	43	1	6	1	1	
	2	29	2	5	3	1	
	3	36	3	7	0	1	
	4	38	4	3	3	1	
R4	1	34	1	3	0	0	
	2	41	2	9	2	0	
	3	49	3	3	2	3	
	4	48	4	10	2	0	
R5	1	40	1	10	2	4	
	2	37	2	7	2	2	
	3	31	3	1	10	1	
	4	37	4	13	0	4	
R6	1	41	1	2	1	11	
	2	38	2	6	0	0	
	3	43	3	11	0	0	
	4	38	4	11	0	0	

APÊNDICE H - COLHEITA

Colheita de ensaio realizado no dia 05 e 06/10/2006 e carregamento dia 07 e 08/10/2006.

Fazenda Santa Rosa II, código 5130, zona 09, talhão 70.

Tratamento	Repetição	Carreta	Sequencial	Liberação	Peso líquido		
M1	R1	bwq6519		40218500	4.500	660	28.000
M1	R2	52882	9840115223	40218499	4.870		
M1	R3	46821	5219	40218498	5.070		
M1	R4	52850	4392	40218496	4.570		
M1	R5	46816	5230	40218497	4.580		
M1	R6	46807	5227	40218494	4.410		
Cg1	R1	46814	4398	40218493	4.000	1.120	27.460
Cg1	R2	52881	4396	40218495	4.940		
Cg1	R3	46811	4399	40218475	4.520		
Cg1	R4	52849	4414	40218476	4.770		
Cg1	R5	46808	4395	40218477	4.110		
Cg1	R6	46818	4421	40218478	5.120		

APÊNDICE I – BIOMETRIA DA COLHEITA

CANA CRUA			10 COLMOS						
TRAT.	repet.	massa	comp.	diâm.	gemas	gemas	total gemas	G.viáveis	G. Inviáv.
		repet.			viáv.	invi.	por colmo	(%)	(%)
		(kg)	(m)	(cm)					
M1	R1	13,10	2,23	2,7	18	1	19	94,74	5,26
(06/10)			1,96	2,9	15	0	15	100,00	0,00
			2,14	2,8	18	1	19	94,74	5,26
			2,14	2,5	17	0	17	100,00	0,00
			1,90	2,5	15	1	16	93,75	6,25
			2,24	2,9	15	4	19	78,95	21,05
			2,40	3,1	18	2	20	90,00	10,00
			2,04	2,6	16	1	17	94,12	5,88
			2,19	2,6	15	2	17	88,24	11,76
			1,54	2,5	11	0	11	100,00	0,00
	R2	14,60	1,91	2,4	11	0	11	100,00	0,00
			2,09	2,9	14	1	15	93,33	6,67
			2,44	2,9	18	0	18	100,00	0,00
			2,42	2,9	18	1	19	94,74	5,26
			2,14	3,1	14	0	14	100,00	0,00
			2,45	3,0	16	1	17	94,12	5,88
			2,53	2,8	19	1	20	95,00	5,00
			2,53	2,7	17	2	19	89,47	10,53
			2,44	2,6	19	1	20	95,00	5,00
			2,17	2,7	16	0	16	100,00	0,00
	R3	10,10	2,13	2,4	15	1	16	93,75	6,25
			2,13	2,3	15	1	16	93,75	6,25
			1,89	2,2	15	2	17	88,24	11,76
			2,15	2,5	18	0	18	100,00	0,00
			2,04	2,4	13	2	15	86,67	13,33
			2,33	2,2	16	1	17	94,12	5,88
			2,06	2,4	17	0	17	100,00	0,00
			1,54	2,1	11	0	11	100,00	0,00
			2,05	2,8	17	1	18	94,44	5,56
			2,24	2,9	18	1	19	94,74	5,26
	R4	13,90	2,37	2,6	17	0	17	100,00	0,00
			2,19	2,2	18	1	19	94,74	5,26
			2,12	2,4	16	0	16	100,00	0,00
			2,79	3,1	20	0	20	100,00	0,00
			2,28	2,4	21	0	21	100,00	0,00
			2,29	2,5	18	1	19	94,74	5,26
			2,39	2,7	20	0	20	100,00	0,00
			2,40	3,0	21	0	21	100,00	0,00
			2,80	3,0	16	0	16	100,00	0,00
			2,29	2,5	16	0	16	100,00	0,00
	R5	14,20	1,67	2,8	17	0	17	100,00	0,00
			2,52	2,8	17	2	19	89,47	10,53

			2,22	2,5	18	0	18	100,00	0,00
			2,17	2,9	21	0	21	100,00	0,00
			2,41	2,7	18	1	19	94,74	5,26
			2,27	2,7	18	0	18	100,00	0,00
			2,57	2,7	23	0	23	100,00	0,00
			2,33	2,5	19	0	19	100,00	0,00
			2,68	2,9	16	0	16	100,00	0,00
			2,08	2,3	20	0	20	100,00	0,00
	R6	12,90	2,55	3,0	19	0	19	100,00	0,00
			2,73	2,9	21	0	21	100,00	0,00
			2,36	2,4	18	0	18	100,00	0,00
			1,96	2,3	12	0	12	100,00	0,00
			2,40	2,8	18	0	18	100,00	0,00
			2,20	2,4	18	0	18	100,00	0,00
			2,40	2,5	18	0	18	100,00	0,00
			1,92	2,6	18	0	18	100,00	0,00
			2,42	2,7	20	0	20	100,00	0,00
			1,93	2,2	12	0	12	100,00	0,00
Cg1	R1	13,10	2,16	2,5	16	2	18	88,89	11,11
(06/10)			2,32	2,7	16	2	18	88,89	11,11
			2,24	3,0	21	0	21	100,00	0,00
			2,42	2,8	14	2	16	87,50	12,50
			2,09	2,9	17	2	19	89,47	10,53
			2,24	2,8	15	2	17	88,24	11,76
			2,23	2,2	14	1	15	93,33	6,67
			2,00	2,7	15	0	15	100,00	0,00
			1,94	2,5	16	1	17	94,12	5,88
			2,14	2,5	16	1	17	94,12	5,88
	R2	13,20	2,35	2,4	19	1	20	95,00	5,00
			2,06	2,6	14	1	15	93,33	6,67
			2,55	2,7	16	2	18	88,89	11,11
			2,29	3,2	19	2	21	90,48	9,52
			2,16	2,8	16	1	17	94,12	5,88
			2,40	2,6	16	1	17	94,12	5,88
			2,09	2,6	17	0	17	100,00	0,00
			2,04	2,8	16	0	16	100,00	0,00
			2,29	2,7	19	0	19	100,00	0,00
			2,06	2,7	18	0	18	100,00	0,00
	R3	14,50	2,29	2,4	18	1	19	94,74	5,26
			2,36	2,5	20	0	20	100,00	0,00
			2,09	2,5	17	0	17	100,00	0,00
			2,34	2,7	17	1	18	94,44	5,56
			2,35	2,9	19	0	19	100,00	0,00
			2,30	3,2	20	0	20	100,00	0,00
			2,50	2,5	20	0	20	100,00	0,00
			2,05	3,0	16	0	16	100,00	0,00
			2,47	3,0	20	0	20	100,00	0,00
			2,01	2,3	15	1	16	93,75	6,25
	R4	14,10	2,09	2,7	18	1	19	94,74	5,26

			2,23	2,7	18	1	19	94,74	5,26
			1,95	2,5	15	1	16	93,75	6,25
			2,14	2,8	17	0	17	100,00	0,00
			1,84	2,3	13	2	15	86,67	13,33
			2,29	2,9	19	0	19	100,00	0,00
			2,35	2,6	16	2	18	88,89	11,11
			2,21	2,8	19	0	19	100,00	0,00
			2,34	2,9	20	0	20	100,00	0,00
			2,59	3,0	21	3	24	87,50	12,50
	R5	11,10	2,19	2,8	17	1	18	94,44	5,56
			2,24	3,0	20	0	20	100,00	0,00
			2,15	2,9	15	1	16	93,75	6,25
			2,09	2,8	16	1	17	94,12	5,88
			2,12	2,3	17	3	20	85,00	15,00
			2,11	2,2	15	1	16	93,75	6,25
			1,51	2,4	11	0	11	100,00	0,00
			1,66	2,0	12	2	14	85,71	14,29
			1,68	2,1	13	2	15	86,67	13,33
			1,66	2,2	12	0	12	100,00	0,00
	R6	13,60	2,36	2,5	18	1	19	94,74	5,26
			2,49	2,9	16	1	17	94,12	5,88
			2,02	2,4	15	1	16	93,75	6,25
			2,50	3,0	18	0	18	100,00	0,00
			2,65	2,6	12	0	12	100,00	0,00
			2,09	2,7	16	0	16	100,00	0,00
			2,16	3,0	15	0	15	100,00	0,00
			2,38	2,6	19	3	22	86,36	13,64
			2,44	3,3	20	1	21	95,24	4,76
			1,81	2,5	15	0	15	100,00	0,00

APÊNDICE J - CANA QUEIMADA

RESPONSÁVEL: Áureo DATA:04/10/06

TRATAMENTO / MÁQUINA	R1 (Kg)	R2 (Kg)	R3 (Kg)	R4 (Kg)	R5 (Kg)	R6 (Kg)
Manual 01	15,1	15,1	12,9	14,8	13,9	14
TRATAMENTO / MÁQUINA	**R1 (Kg)**	**R2 (Kg)**	**R3 (Kg)**	**R4 (Kg)**	**R5 (Kg)**	**R6 (Kg)**
Cg 01	12,2	13,1	14,2	13,2	15,2	14,1

APÊNDICE L - Análise estatística da correlação e regressão

Total de Gemas x Tamanho dos Colmos

n° de amostras	60
grau de significância	5,00%

Indice	x	y	x²	y²	xy
1	240	16	57600	256	3840
2	240	14	57600	196	3360
3	260	17	67600	289	4420
4	230	18	52900	324	4140
5	210	15	44100	225	3150
6	270	17	72900	289	4590
7	190	13	36100	169	2470
8	230	17	52900	289	3910
9	255	16	65025	256	4080
10	255	17	65025	289	4335
11	210	16	44100	256	3360
12	251	20	63001	400	5020
13	210	13	44100	169	2730
14	239	15	57121	225	3585
15	235	17	55225	289	3995
16	238	17	56644	289	4046
17	220	14	48400	196	3080
18	265	19	70225	361	5035
19	205	16	42025	256	3280
20	243	17	59049	289	4131
21	215	15	46225	225	3225
22	223	15	49729	225	3345
23	240	20	57600	400	4800
24	200	13	40000	169	2600
25	284	18	80656	324	5112
26	230	18	52900	324	4140
27	265	17	70225	289	4505
28	215	15	46225	225	3225
29	230	17	52900	289	3910
30	220	17	48400	289	3740

Indice	x	y	x²	y²	xy
31	247	17	61009	289	4199
32	262	16	68644	256	4192
33	236	13	55696	169	3068
34	236	17	55696	289	4012
35	215	12	46225	144	2580
36	238	14	56644	196	3332
37	241	14	58081	196	3374
38	207	15	42849	225	3105
39	207	16	42849	256	3312
40	234	14	54756	196	3276
41	241	17	58081	289	4097
42	219	15	47961	225	3285
43	238	14	56644	196	3332
44	242	15	58564	225	3630
45	258	14	66564	196	3612
46	261	17	68121	289	4437
47	247	17	61009	289	4199
48	212	14	44944	196	2968
49	245	15	60025	225	3675
50	255	15	65025	225	3825
51	233	17	54289	289	3961
52	233	15	54289	225	3495
53	232	14	53824	196	3248
54	219	13	47961	169	2847
55	238	17	56644	289	4046
56	213	16	45369	256	3408
57	242	16	58564	256	3872
58	243	14	59049	196	3402
59	252	15	63504	225	3780
60	220	14	48400	196	3080

X = Comprimento dos colmos; Y = Número de Gemas; Demais colunas calculadas.

graus de liberdade (numerador) ->	d.f.1 =	1
graus de liberdade (denominador) ->	d.f.2 =	58
erro do tipo I ->	alfa =	0,05
valor crítico F ->	Fcritico =	4,006864

Causa da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fobs	Ftab	Hipótese
Regressão Linear	1	39,16605	39,16605	16,01801	4,00686	rejeitada
Residuo	58	141,8173	2,445126	-		-
Total	59	180,9833	-	-		-

r	r²	*Tobs*	*Ttab*	Hipótese
0,465195603	0,216407	4,002	2,0003	rejeitada

APÊNDICE M - Análise estatística da correlação e regressão

Total de Gemas por metro de colmo X Tamanho dos Colmos

n° de amostras	60
grau de significância	5,00%

Indice	x	y	x²	y²	xy
1	240	12	57600	144	2880
2	240	11	57600	121	2640
3	260	13	67600	169	3380
4	230	17	52900	289	3910
5	210	14	44100	196	2940
6	270	17	72900	289	4590
7	190	10	36100	100	1900
8	230	16	52900	256	3680
9	255	14	65025	196	3570
10	255	12	65025	144	3060
11	210	11	44100	121	2310
12	251	18	63001	324	4518
13	210	9	44100	81	1890
14	239	12	57121	144	2868
15	235	15	55225	225	3525
16	238	16	56644	256	3808
17	220	11	48400	121	2420
18	265	16	70225	256	4240
19	205	9	42025	81	1845
20	243	16	59049	256	3888
21	215	11	46225	121	2365
22	223	13	49729	169	2899
23	240	10	57600	100	2400
24	200	12	40000	144	2400
25	284	14	80656	196	3976
26	230	13	52900	169	2990
27	265	11	70225	121	2915
28	215	13	46225	169	2795
29	230	14	52900	196	3220
30	220	16	48400	256	3520

Indice	x	y	x²	y²	xy
31	247	17	61009	289	4199
32	262	14	68644	196	3668
33	236	12	55696	144	2832
34	236	15	55696	225	3540
35	215	10	46225	100	2150
36	238	10	56644	100	2380
37	241	12	58081	144	2892
38	207	14	42849	196	2898
39	207	12	42849	144	2484
40	234	10	54756	100	2340
41	241	13	58081	169	3133
42	219	15	47961	225	3285
43	238	11	56644	121	2618
44	242	12	58564	144	2904
45	258	13	66564	169	3354
46	261	13	68121	169	3393
47	247	15	61009	225	3705
48	212	11	44944	121	2332
49	245	11	60025	121	2695
50	255	12	65025	144	3060
51	233	14	54289	196	3262
52	233	14	54289	196	3262
53	232	9	53824	81	2088
54	219	13	47961	169	2847
55	238	14	56644	196	3332
56	213	15	45369	225	3195
57	242	11	58564	121	2662
58	243	11	59049	121	2673
59	252	10	63504	100	2520
60	220	14	48400	196	3080

X = Comprimento dos colmos; Y = Número de Gemas por metro de colmo; Demais = colunas calculadas.

graus de liberdade (numerador) ->	d.f.1 =	1
graus de liberdade (denominador) ->	d.f.2 =	58
erro do tipo I ->	alfa =	0,05
valor crítico F ->	Fcritico =	4,006864

Causa da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fobs	Ftab	Hipótese
Regressão Linear	1	2,376827	2,376827	5,32681	4,00686	rejeitada
Residuo	58	25,87967	0,446201	-		-
Total	59	28,2565	-	-		-

r	r^2	*Tobs*	*Ttab*	Hipótese
-0,290027811	0,084116	2,308	2,0003	rejeitada

APÊNDICE N - Análise estatística da correlação e regressão

Total de Gemas Viáveis X Tamanho dos Colmos

n° de amostras	60
grau de significância	5,00%

Indice	x	y	x²	y²	xy
1	240	12	57600	144	2880
2	240	11	57600	121	2640
3	260	13	67600	169	3380
4	230	17	52900	289	3910
5	210	14	44100	196	2940
6	270	17	72900	289	4590
7	190	10	36100	100	1900
8	230	16	52900	256	3680
9	255	14	65025	196	3570
10	255	12	65025	144	3060
11	210	11	44100	121	2310
12	251	18	63001	324	4518
13	210	9	44100	81	1890
14	239	12	57121	144	2868
15	235	15	55225	225	3525
16	238	16	56644	256	3808
17	220	11	48400	121	2420
18	265	16	70225	256	4240
19	205	9	42025	81	1845
20	243	16	59049	256	3888
21	215	11	46225	121	2365
22	223	13	49729	169	2899
23	240	10	57600	100	2400
24	200	12	40000	144	2400
25	284	14	80656	196	3976
26	230	13	52900	169	2990
27	265	11	70225	121	2915
28	215	13	46225	169	2795
29	230	14	52900	196	3220
30	220	16	48400	256	3520

Indice	x	y	x²	y²	xy
31	247	17	61009	289	4199
32	262	14	68644	196	3668
33	236	12	55696	144	2832
34	236	15	55696	225	3540
35	215	10	46225	100	2150
36	238	10	56644	100	2380
37	241	12	58081	144	2892
38	207	14	42849	196	2898
39	207	12	42849	144	2484
40	234	10	54756	100	2340
41	241	13	58081	169	3133
42	219	15	47961	225	3285
43	238	11	56644	121	2618
44	242	12	58564	144	2904
45	258	13	66564	169	3354
46	261	13	68121	169	3393
47	247	15	61009	225	3705
48	212	11	44944	121	2332
49	245	11	60025	121	2695
50	255	12	65025	144	3060
51	233	14	54289	196	3262
52	233	14	54289	196	3262
53	232	9	53824	81	2088
54	219	13	47961	169	2847
55	238	14	56644	196	3332
56	213	15	45369	225	3195
57	242	11	58564	121	2662
58	243	11	59049	121	2673
59	252	10	63504	100	2520
60	220	14	48400	196	3080

X = Comprimento dos colmos; Y = Número de Gemas Viáveis; Demais = colunas calculadas.

graus de liberdade (numerador) ->	d.f.1 =	1
graus de liberdade (denominador) ->	d.f.2 =	58
erro do tipo I ->	alfa =	0,05
valor crítico F ->	Fcritico =	4,006864

Causa da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fobs	Ftab	Hipótese
Regressão Linear	1	20,97458	20,97458	4,38848	4,00686	rejeitada
Residuo	58	277,2088	4,779461	-		-
Total	59	298,1833	-	-		-

r	r²	*Tobs*	*Ttab*	Hipótese
0,265219176	0,070341	2,095	2,0003	rejeitada

APÊNDICE O - Análise estatística da correlação e regressão

Total de Gemas X Tamanho dos Rebolos

n° de amostras	446
grau de significância	5,00%

Ind	x	y	x²	y²	xy
1	36	2	1296	4	72
2	37	3	1369	9	111
3	35	2	1225	4	70
4	37	2	1369	4	74
5	38	3	1444	9	114
6	36	2	1296	4	72
7	40	4	1600	16	160
8	35	2	1225	4	70
9	31	1	961	1	31
10	27	2	729	4	54
11	28	2	784	4	56
12	38	2	1444	4	76
13	37	3	1369	9	111
14	40	2	1600	4	80
15	37	2	1369	4	74
16	36	1	1296	1	36
17	37	2	1369	4	74
18	33	2	1089	4	66
19	37	3	1369	9	111
20	30	1	900	1	30
21	35	3	1225	9	105
22	26	2	676	4	52
23	35	2	1225	4	70
24	35	4	1225	16	140
25	10	1	100	1	10
26	36	3	1296	9	108
27	30	3	900	9	90
28	38	2	1444	4	76
29	37	2	1369	4	74
30	37	3	1369	9	111
31	38	2	1444	4	76
32	37	3	1369	9	111
33	37	2	1369	4	74
34	39	3	1521	9	117
35	34	2	1156	4	68
36	33	1	1089	1	33
37	39	3	1521	9	117
38	36	2	1296	4	72
39	35	3	1225	9	105
40	40	4	1600	16	160
41	31	2	961	4	62
42	37	2	1369	4	74
43	34	1	1156	1	34
44	32	1	1024	1	32
45	37	3	1369	9	111
46	35	1	1225	1	35
47	36	2	1296	4	72
48	40	3	1600	9	120
49	40	2	1600	4	80
50	35	1	1225	1	35
51	36	3	1296	9	108
52	25	1	625	1	25
53	30	2	900	4	60
54	39	3	1521	9	117
55	34	3	1156	9	102
56	30	1	900	1	30
57	29	2	841	4	58
58	39	3	1521	9	117
59	32	3	1024	9	96
60	36	2	1296	4	72
61	34	2	1156	4	68
62	36	2	1296	4	72
63	29	1	841	1	29
64	35	2	1225	4	70
65	37	3	1369	9	111
66	28	2	784	4	56
67	34	2	1156	4	68
68	8	1	64	1	8
69	7	1	49	1	7
70	10	1	100	1	10
71	12	1	144	1	12
72	14	1	196	1	14
73	7	1	49	1	7
74	36	3	1296	9	108

Ind	x	y	x²	y²	xy
151	38	4	1444	16	152
152	30	2	900	4	60
153	36	3	1296	9	108
154	37	2	1369	4	74
155	33	1	1089	1	33
156	36	2	1296	4	72
157	35	3	1225	9	105
158	36	3	1296	9	108
159	35	2	1225	4	70
160	37	3	1369	9	111
161	39	3	1521	9	117
162	35	2	1225	4	70
163	35	4	1225	16	140
164	39	3	1521	9	117
165	37	3	1369	9	111
166	36	3	1296	9	108
167	38	1	1444	1	38
168	35	2	1225	4	70
169	36	3	1296	9	108
170	33	2	1089	4	66
171	40	2	1600	4	80
172	37	4	1369	16	148
173	30	3	900	9	90
174	26	2	676	4	52
175	37	2	1369	4	74
176	33	2	1089	4	66
177	35	3	1225	9	105
178	35	2	1225	4	70
179	38	2	1444	4	76
180	32	2	1024	4	64
181	32	1	1024	1	32
182	36	3	1296	9	108
183	38	3	1444	9	114
184	37	3	1369	9	111
185	30	2	900	4	60
186	35	2	1225	4	70
187	31	2	961	4	62
188	37	3	1369	9	111
189	32	2	1024	4	64
190	37	3	1369	9	111
191	38	3	1444	9	114
192	21	3	441	9	63
193	34	2	1156	4	68
194	40	4	1600	16	160
195	31	2	961	4	62
196	32	1	1024	1	32
197	35	3	1225	9	105
198	37	4	1369	16	148
199	34	3	1156	9	102
200	20	2	400	4	40
201	15	1	225	1	15
202	18	2	324	4	36
203	21	3	441	9	63
204	16	2	256	4	32
205	36	2	1296	4	72
206	19	2	361	4	38
207	15	2	225	4	30
208	37	4	1369	16	148
209	34	2	1156	4	68
210	33	6	1089	36	198
211	27	1	729	1	27
212	10	1	100	1	10
213	4	1	16	1	4
214	9	2	81	4	18
215	7	1	49	1	7
216	10	0	100	0	0
217	8	0	64	0	0
218	15	1	225	1	15
219	8	1	64	1	8
220	7	1	49	1	7
221	5	1	25	1	5
222	32	3	1024	9	96
223	34	2	1156	4	68
224	30	2	900	4	60

Ind	x	y	x²	y²	xy
301	34	2	1156	4	68
302	27	1	729	1	27
303	33	2	1089	4	66
304	35	2	1225	4	70
305	33	2	1089	4	66
306	12	0	144	0	0
307	38	2	1444	4	76
308	35	2	1225	4	70
309	35	2	1225	4	70
310	36	2	1296	4	72
311	36	3	1296	9	108
312	37	3	1369	9	111
313	36	2	1296	4	72
314	36	4	1296	16	144
315	36	1	1296	1	36
316	34	2	1156	4	68
317	36	2	1296	4	72
318	37	3	1369	9	111
319	38	3	1444	9	114
320	32	2	1024	4	64
321	32	2	1024	4	64
322	39	1	1521	1	39
323	39	2	1521	4	78
324	32	2	1024	4	64
325	34	2	1156	4	68
326	39	2	1521	4	78
327	37	2	1369	4	74
328	33	2	1089	4	66
329	37	2	1369	4	74
330	38	2	1444	4	76
331	35	2	1225	4	70
332	39	3	1521	9	117
333	27	1	729	1	27
334	10	0	100	0	0
335	39	4	1521	16	156
336	32	1	1024	1	32
337	36	3	1296	9	108
338	31	2	961	4	62
339	35	2	1225	4	70
340	33	2	1089	4	66
341	34	2	1156	4	68
342	24	2	576	4	48
343	37	2	1369	4	74
344	33	1	1089	1	33
345	35	2	1225	4	70
346	38	2	1444	4	76
347	34	2	1156	4	68
348	35	3	1225	9	105
349	36	2	1296	4	72
350	36	2	1296	4	72
351	38	3	1444	9	114
352	39	2	1521	4	78
353	37	2	1369	4	74
354	39	2	1521	4	78
355	32	2	1024	4	64
356	36	3	1296	9	108
357	38	3	1444	9	114
358	36	2	1296	4	72
359	36	3	1296	9	108
360	36	2	1296	4	72
361	32	2	1024	4	64
362	37	2	1369	4	74
363	35	2	1225	4	70
364	35	2	1225	4	70
365	33	2	1089	4	66
366	34	2	1156	4	68
367	37	2	1369	4	74
368	32	1	1024	1	32
369	34	2	1156	4	68
370	38	4	1444	16	152
371	37	3	1369	9	111
372	37	2	1369	4	74
373	37	3	1369	9	111
374	33	2	1089	4	66

75	38	4	1444	16	152
76	36	3	1296	9	108
77	32	2	1024	4	64
78	38	4	1444	16	152
79	35	2	1225	4	70
80	36	2	1296	4	72
81	32	2	1024	4	64
82	34	2	1156	4	68
83	36	3	1296	9	108
84	35	3	1225	9	105
85	36	2	1296	4	72
86	38	3	1444	9	114
87	33	2	1089	4	66
88	35	2	1225	4	70
89	34	2	1156	4	68
90	29	2	841	4	58
91	34	2	1156	4	68
92	34	2	1156	4	68
93	39	2	1521	4	78
94	34	2	1156	4	68
95	37	4	1369	16	148
96	36	3	1296	9	108
97	36	2	1296	4	72
98	35	2	1225	4	70
99	30	2	900	4	60
100	33	2	1089	4	66
101	33	2	1089	4	66
102	33	3	1089	9	99
103	37	2	1369	4	74
104	33	2	1089	4	66
105	36	2	1296	4	72
106	37	2	1369	4	74
107	30	1	900	1	30
108	34	2	1156	4	68
109	35	3	1225	9	105
110	35	2	1225	4	70
111	36	3	1296	9	108
112	35	4	1225	16	140
113	32	1	1024	1	32
114	39	1	1521	1	39
115	14	1	196	1	14
116	18	2	324	4	36
117	37	3	1369	9	111
118	36	2	1296	4	72
119	34	2	1156	4	68
120	32	2	1024	4	64
121	34	2	1156	4	68
122	36	3	1296	9	108
123	36	3	1296	9	108
124	32	2	1024	4	64
125	25	2	625	4	50
126	24	1	576	1	24
127	35	2	1225	4	70
128	33	2	1089	4	66
129	35	3	1225	9	105
130	31	3	961	9	93
131	35	2	1225	4	70
132	37	3	1369	9	111
133	34	1	1156	1	34
134	31	2	961	4	62
135	23	3	529	9	69
136	34	3	1156	9	102
137	34	2	1156	4	68
138	29	3	841	9	87
139	37	2	1369	4	74
140	37	5	1369	25	185
141	33	2	1089	4	66
142	38	2	1444	4	76
143	36	3	1296	9	108
144	37	2	1369	4	74
145	37	2	1369	4	74
146	35	2	1225	4	70
147	32	2	1024	4	64
148	34	2	1156	4	68
149	37	3	1369	9	111
150	37	2	1369	4	74

225	40	2	1600	4	80
226	39	1	1521	1	39
227	33	2	1089	4	66
228	38	2	1444	4	76
229	36	2	1296	4	72
230	34	3	1156	9	102
231	36	2	1296	4	72
232	33	2	1089	4	66
233	35	2	1225	4	70
234	35	2	1225	4	70
235	34	2	1156	4	68
236	39	3	1521	9	117
237	30	2	900	4	60
238	37	2	1369	4	74
239	37	3	1369	9	111
240	35	2	1225	4	70
241	38	2	1444	4	76
242	35	2	1225	4	70
243	38	2	1444	4	76
244	36	2	1296	4	72
245	34	2	1156	4	68
246	38	3	1444	9	114
247	36	2	1296	4	72
248	25	1	625	1	25
249	38	2	1444	4	76
250	20	1	400	1	20
251	39	2	1521	4	78
252	39	2	1521	4	78
253	38	2	1444	4	76
254	36	2	1296	4	72
255	37	2	1369	4	74
256	37	2	1369	4	74
257	30	1	900	1	30
258	38	2	1444	4	76
259	36	3	1296	9	108
260	36	2	1296	4	72
261	20	1	400	1	20
262	38	3	1444	9	114
263	36	2	1296	4	72
264	38	2	1444	4	76
265	22	1	484	1	22
266	9	1	81	1	9
267	40	3	1600	9	120
268	31	2	961	4	62
269	38	2	1444	4	76
270	36	2	1296	4	72
271	35	4	1225	16	140
272	35	2	1225	4	70
273	37	3	1369	9	111
274	34	3	1156	9	102
275	39	2	1521	4	78
276	30	1	900	1	30
277	19	2	361	4	38
278	35	4	1225	16	140
279	34	1	1156	1	34
280	37	2	1369	4	74
281	35	2	1225	4	70
282	36	3	1296	9	108
283	35	2	1225	4	70
284	36	2	1296	4	72
285	36	2	1296	4	72
286	36	2	1296	4	72
287	38	2	1444	4	76
288	37	2	1369	4	74
289	36	2	1296	4	72
290	34	2	1156	4	68
291	35	2	1225	4	70
292	36	2	1296	4	72
293	17	1	289	1	17
294	33	2	1089	4	66
295	37	2	1369	4	74
296	39	2	1521	4	78
297	36	2	1296	4	72
298	35	2	1225	4	70
299	36	3	1296	9	108
300	34	2	1156	4	68

375	39	3	1521	9	117
376	33	2	1089	4	66
377	35	2	1225	4	70
378	26	3	676	9	78
379	28	2	784	4	56
380	20	1	400	1	20
381	19	2	361	4	38
382	33	2	1089	4	66
383	37	3	1369	9	111
384	38	3	1444	9	114
385	35	2	1225	4	70
386	27	2	729	4	54
387	40	3	1600	9	120
388	29	2	841	4	58
389	24	2	576	4	48
390	34	2	1156	4	68
391	36	2	1296	4	72
392	36	2	1296	4	72
393	33	2	1089	4	66
394	37	3	1369	9	111
395	39	2	1521	4	78
396	34	1	1156	1	34
397	36	1	1296	1	36
398	36	2	1296	4	72
399	29	2	841	4	58
400	22	2	484	4	44
401	14	1	196	1	14
402	12	1	144	1	12
403	9	1	81	1	9
404	14	1	196	1	14
405	19	1	361	1	19
406	14	0	196	0	0
407	26	5	676	25	130
408	17	2	289	4	34
409	7	0	49	0	0
410	25	3	625	9	75
411	12	0	144	0	0
412	13	0	169	0	0
413	8	1	64	1	8
414	6	1	36	1	6
415	7	1	49	1	7
416	5	1	25	1	5
417	33	2	1089	4	66
418	39	3	1521	9	117
419	36	2	1296	4	72
420	35	2	1225	4	70
421	33	2	1089	4	66
422	31	2	961	4	62
423	33	2	1089	4	66
424	24	1	576	1	24
425	35	2	1225	4	70
426	36	3	1296	9	108
427	34	2	1156	4	68
428	26	3	676	9	78
429	37	3	1369	9	111
430	37	3	1369	9	111
431	30	2	900	4	60
432	16	2	256	4	32
433	5	0	25	0	0
434	37	2	1369	4	74
435	38	3	1444	9	114
436	36	2	1296	4	72
437	28	3	784	9	84
438	27	2	729	4	54
439	20	2	400	4	40
440	10	0	100	0	0
441	37	3	1369	9	111
442	36	2	1296	4	72
443	33	2	1089	4	66
444	30	2	900	4	60
445	25	2	625	4	50
446	9	1	81	1	9

X = Comprimento dos rebolos; Y = Número de Gemas; Demais = colunas calculadas.

graus de liberdade (numerador) ->	d.f.1 =	1
graus de liberdade (denominador) ->	d.f.2 =	444
erro do tipo I ->	alfa =	0,05
valor crítico F ->	Fcritico =	3,862482

Causa da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fobs	Ftab	Hipótese
Regressão Linear	1	91,89407	91,89407	189,50665	3,86248	rejeitada
Residuo	444	215,301	0,484912	-		-
Total	445	307,1951	-	-		-

r	r^2	*Tobs*	*Ttab*	Hipótese
0,546936157	0,299139	13,766	1,9653	rejeitada

APÊNDICE P - Análise estatística da correlação e regressão

Total de Gemas Viáveis X Tamanho dos Rebolos

n° de amostras	446
grau de significância	5,00%

Ind	x	y	x^2	y^2	xy
1	36	0	1296	0	0
2	37	3	1369	9	111
3	35	2	1225	4	70
4	37	0	1369	0	0
5	38	3	1444	9	114
6	36	1	1296	1	36
7	40	4	1600	16	160
8	35	2	1225	4	70
9	31	1	961	1	31
10	27	2	729	4	54
11	28	0	784	0	0
12	38	2	1444	4	76
13	37	1	1369	1	37
14	40	0	1600	0	0
15	37	1	1369	1	37
16	36	1	1296	1	36
17	37	2	1369	4	74
18	33	1	1089	1	33
19	37	2	1369	4	74
20	30	0	900	0	0
21	35	3	1225	9	105
22	26	1	676	1	26
23	35	2	1225	4	70
24	35	4	1225	16	140
25	10	0	100	0	0
26	36	0	1296	0	0
27	30	2	900	4	60
28	38	1	1444	1	38
29	37	0	1369	0	0
30	37	3	1369	9	111
31	38	1	1444	1	38
32	37	3	1369	9	111
33	37	1	1369	1	37
34	39	2	1521	4	78
35	34	0	1156	0	0
36	33	1	1089	1	33
37	39	3	1521	9	117
38	36	1	1296	1	36
39	35	0	1225	0	0
40	40	4	1600	16	160
41	31	2	961	4	62
42	37	1	1369	1	37
43	34	1	1156	1	34
44	32	1	1024	1	32
45	37	3	1369	9	111
46	35	1	1225	1	35
47	36	1	1296	1	36
48	40	3	1600	9	120
49	40	1	1600	1	40
50	35	1	1225	1	35
51	36	1	1296	1	36
52	25	1	625	1	25
53	30	2	900	4	60
54	39	1	1521	1	39
55	34	1	1156	1	34
56	30	0	900	0	0
57	29	2	841	4	58
58	39	2	1521	4	78

Ind	x	y	x^2	y^2	xy
151	38	4	1444	16	152
152	30	1	900	1	30
153	36	3	1296	9	108
154	37	1	1369	1	37
155	33	0	1089	0	0
156	36	0	1296	0	0
157	35	2	1225	4	70
158	36	1	1296	1	36
159	35	1	1225	1	35
160	37	1	1369	1	37
161	39	1	1521	1	39
162	35	2	1225	4	70
163	35	1	1225	1	35
164	39	2	1521	4	78
165	37	0	1369	0	0
166	36	3	1296	9	108
167	38	1	1444	1	38
168	35	1	1225	1	35
169	36	2	1296	4	72
170	33	0	1089	0	0
171	40	0	1600	0	0
172	37	3	1369	9	111
173	30	2	900	4	60
174	26	0	676	0	0
175	37	1	1369	1	37
176	33	0	1089	0	0
177	35	1	1225	1	35
178	35	1	1225	1	35
179	38	1	1444	1	38
180	32	1	1024	1	32
181	32	1	1024	1	32
182	36	0	1296	0	0
183	38	2	1444	4	76
184	37	2	1369	4	74
185	30	1	900	1	30
186	35	2	1225	4	70
187	31	1	961	1	31
188	37	2	1369	4	74
189	32	0	1024	0	0
190	37	3	1369	9	111
191	38	2	1444	4	76
192	21	3	441	9	63
193	34	0	1156	0	0
194	40	3	1600	9	120
195	31	2	961	4	62
196	32	0	1024	0	0
197	35	1	1225	1	35
198	37	4	1369	16	148
199	34	2	1156	4	68
200	20	1	400	1	20
201	15	0	225	0	0
202	18	1	324	1	18
203	21	2	441	4	42
204	16	2	256	4	32
205	36	2	1296	4	72
206	19	1	361	1	19
207	15	0	225	0	0
208	37	3	1369	9	111

Ind	x	y	x^2	y^2	xy
301	34	2	1156	4	68
302	27	1	729	1	27
303	33	1	1089	1	33
304	35	2	1225	4	70
305	33	1	1089	1	33
306	12	0	144	0	0
307	38	0	1444	0	0
308	35	0	1225	0	0
309	35	0	1225	0	0
310	36	2	1296	4	72
311	36	2	1296	4	72
312	37	3	1369	9	111
313	36	2	1296	4	72
314	36	2	1296	4	72
315	36	1	1296	1	36
316	34	2	1156	4	68
317	36	1	1296	1	36
318	37	3	1369	9	111
319	38	1	1444	1	38
320	32	1	1024	1	32
321	32	1	1024	1	32
322	39	1	1521	1	39
323	39	1	1521	1	39
324	32	1	1024	1	32
325	34	2	1156	4	68
326	39	1	1521	1	39
327	37	0	1369	0	0
328	33	2	1089	4	66
329	37	1	1369	1	37
330	38	1	1444	1	38
331	35	1	1225	1	35
332	39	2	1521	4	78
333	27	0	729	0	0
334	10	0	100	0	0
335	39	3	1521	9	117
336	32	1	1024	1	32
337	36	1	1296	1	36
338	31	1	961	1	31
339	35	0	1225	0	0
340	33	0	1089	0	0
341	34	1	1156	1	34
342	24	1	576	1	24
343	37	2	1369	4	74
344	33	0	1089	0	0
345	35	1	1225	1	35
346	38	1	1444	1	38
347	34	1	1156	1	34
348	35	0	1225	0	0
349	36	1	1296	1	36
350	36	2	1296	4	72
351	38	3	1444	9	114
352	39	1	1521	1	39
353	37	2	1369	4	74
354	39	1	1521	1	39
355	32	1	1024	1	32
356	36	2	1296	4	72
357	38	2	1444	4	76
358	36	1	1296	1	36

59	32	3	1024	9	96
60	36	2	1296	4	72
61	34	1	1156	1	34
62	36	0	1296	0	0
63	29	0	841	0	0
64	35	2	1225	4	70
65	37	2	1369	4	74
66	28	0	784	0	0
67	34	1	1156	1	34
68	8	0	64	0	0
69	7	0	49	0	0
70	10	1	100	1	10
71	12	1	144	1	12
72	14	1	196	1	14
73	7	1	49	1	7
74	36	2	1296	4	72
75	38	4	1444	16	152
76	36	1	1296	1	36
77	32	2	1024	4	64
78	38	3	1444	9	114
79	35	1	1225	1	35
80	36	0	1296	0	0
81	32	0	1024	0	0
82	34	1	1156	1	34
83	36	1	1296	1	36
84	35	0	1225	0	0
85	36	2	1296	4	72
86	38	3	1444	9	114
87	33	0	1089	0	0
88	35	2	1225	4	70
89	34	2	1156	4	68
90	29	2	841	4	58
91	34	0	1156	0	0
92	34	2	1156	4	68
93	39	0	1521	0	0
94	34	1	1156	1	34
95	37	3	1369	9	111
96	36	2	1296	4	72
97	36	2	1296	4	72
98	35	0	1225	0	0
99	30	1	900	1	30
100	33	0	1089	0	0
101	33	1	1089	1	33
102	33	1	1089	1	33
103	37	1	1369	1	37
104	33	1	1089	1	33
105	36	1	1296	1	36
106	37	2	1369	4	74
107	30	0	900	0	0
108	34	1	1156	1	34
109	35	3	1225	9	105
110	35	0	1225	0	0
111	36	2	1296	4	72
112	35	2	1225	4	70
113	32	1	1024	1	32
114	39	1	1521	1	39
115	14	1	196	1	14
116	18	0	324	0	0
117	37	2	1369	4	74
118	36	2	1296	4	72
119	34	0	1156	0	0
120	32	1	1024	1	32
121	34	1	1156	1	34
122	36	2	1296	4	72
123	36	3	1296	9	108
124	32	0	1024	0	0
125	25	1	625	1	25
126	24	1	576	1	24
127	35	2	1225	4	70
128	33	2	1089	4	66
129	35	1	1225	1	35
130	31	3	961	9	93
131	35	0	1225	0	0
132	37	3	1369	9	111
133	34	1	1156	1	34
134	31	1	961	1	31
135	23	3	529	9	69
136	34	3	1156	9	102
137	34	1	1156	1	34
138	29	2	841	4	58
139	37	0	1369	0	0
140	37	5	1369	25	185
141	33	2	1089	4	66
142	38	1	1444	1	38
143	36	1	1296	1	36
144	37	1	1369	1	37
145	37	0	1369	0	0

209	34	2	1156	4	68
210	33	6	1089	36	198
211	27	0	729	0	0
212	10	0	100	0	0
213	4	0	16	0	0
214	9	1	81	1	9
215	7	1	49	1	7
216	10	0	100	0	0
217	8	0	64	0	0
218	15	1	225	1	15
219	8	1	64	1	8
220	7	0	49	0	0
221	5	1	25	1	5
222	32	2	1024	4	64
223	34	2	1156	4	68
224	30	1	900	1	30
225	40	1	1600	1	40
226	39	1	1521	1	39
227	33	1	1089	1	33
228	38	1	1444	1	38
229	36	0	1296	0	0
230	34	0	1156	0	0
231	36	0	1296	0	0
232	33	1	1089	1	33
233	35	1	1225	1	35
234	35	0	1225	0	0
235	34	0	1156	0	0
236	39	1	1521	1	39
237	30	1	900	1	30
238	37	1	1369	1	37
239	37	3	1369	9	111
240	35	0	1225	0	0
241	38	2	1444	4	76
242	35	2	1225	4	70
243	38	2	1444	4	76
244	36	2	1296	4	72
245	34	2	1156	4	68
246	38	2	1444	4	76
247	36	2	1296	4	72
248	25	1	625	1	25
249	38	1	1444	1	38
250	20	1	400	1	20
251	39	1	1521	1	39
252	39	1	1521	1	39
253	38	2	1444	4	76
254	36	0	1296	0	0
255	37	1	1369	1	37
256	37	1	1369	1	37
257	30	0	900	0	0
258	38	2	1444	4	76
259	36	3	1296	9	108
260	36	2	1296	4	72
261	20	0	400	0	0
262	38	3	1444	9	114
263	36	2	1296	4	72
264	38	1	1444	1	38
265	22	0	484	0	0
266	9	1	81	1	9
267	40	3	1600	9	120
268	31	1	961	1	31
269	38	1	1444	1	38
270	36	2	1296	4	72
271	35	4	1225	16	140
272	35	1	1225	1	35
273	37	1	1369	1	37
274	34	3	1156	9	102
275	39	2	1521	4	78
276	30	0	900	0	0
277	19	1	361	1	19
278	35	2	1225	4	70
279	34	1	1156	1	34
280	37	1	1369	1	37
281	35	1	1225	1	35
282	36	1	1296	1	36
283	35	0	1225	0	0
284	36	1	1296	1	36
285	36	1	1296	1	36
286	36	0	1296	0	0
287	38	2	1444	4	76
288	37	2	1369	4	74
289	36	2	1296	4	72
290	34	2	1156	4	68
291	35	1	1225	1	35
292	36	2	1296	4	72
293	17	0	289	0	0
294	33	1	1089	1	33
295	37	2	1369	4	74

359	36	2	1296	4	72
360	36	1	1296	1	36
361	32	1	1024	1	32
362	37	0	1369	0	0
363	35	1	1225	1	35
364	35	2	1225	4	70
365	33	2	1089	4	66
366	34	1	1156	1	34
367	37	2	1369	4	74
368	32	1	1024	1	32
369	34	1	1156	1	34
370	38	3	1444	9	114
371	37	1	1369	1	37
372	37	2	1369	4	74
373	37	1	1369	1	37
374	33	0	1089	0	0
375	39	2	1521	4	78
376	33	1	1089	1	33
377	35	0	1225	0	0
378	26	3	676	9	78
379	28	0	784	0	0
380	20	1	400	1	20
381	19	1	361	1	19
382	33	1	1089	1	33
383	37	3	1369	9	111
384	38	2	1444	4	76
385	35	1	1225	1	35
386	27	0	729	0	0
387	40	2	1600	4	80
388	29	0	841	0	0
389	24	1	576	1	24
390	34	0	1156	0	0
391	36	2	1296	4	72
392	36	2	1296	4	72
393	33	1	1089	1	33
394	37	3	1369	9	111
395	39	2	1521	4	78
396	34	0	1156	0	0
397	36	0	1296	0	0
398	36	1	1296	1	36
399	29	1	841	1	29
400	22	2	484	4	44
401	14	0	196	0	0
402	12	0	144	0	0
403	9	0	81	0	0
404	14	1	196	1	14
405	19	0	361	0	0
406	14	0	196	0	0
407	26	4	676	16	104
408	17	1	289	1	17
409	7	0	49	0	0
410	25	2	625	4	50
411	12	0	144	0	0
412	13	0	169	0	0
413	8	1	64	1	8
414	6	1	36	1	6
415	7	0	49	0	0
416	5	1	25	1	5
417	33	1	1089	1	33
418	39	3	1521	9	117
419	36	1	1296	1	36
420	35	2	1225	4	70
421	33	0	1089	0	0
422	31	1	961	1	31
423	33	1	1089	1	33
424	24	1	576	1	24
425	35	1	1225	1	35
426	36	1	1296	1	36
427	34	0	1156	0	0
428	26	2	676	4	52
429	37	0	1369	0	0
430	37	2	1369	4	74
431	30	2	900	4	60
432	16	2	256	4	32
433	5	0	25	0	0
434	37	2	1369	4	74
435	38	2	1444	4	76
436	36	0	1296	0	0
437	28	2	784	4	56
438	27	2	729	4	54
439	20	1	400	1	20
440	10	0	100	0	0
441	37	2	1369	4	74
442	36	1	1296	1	36
443	33	2	1089	4	66
444	30	1	900	1	30
445	25	1	625	1	25

146	35	1	1225	1	35
147	32	1	1024	1	32
148	34	0	1156	0	0
149	37	3	1369	9	111
150	37	0	1369	0	0

296	39	1	1521	1	39
297	36	1	1296	1	36
298	35	0	1225	0	0
299	36	1	1296	1	36
300	34	2	1156	4	68

446	9	1	81	1	9

graus de liberdade (numerador) ->	d.f.1 =	1
graus de liberdade (denominador) ->	d.f.2 =	444
erro do tipo I ->	alfa =	0,05
valor crítico F ->	Fcritico =	3,862482

Causa da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fobs	Ftab	Hipótese
Regressão Linear	1	43,16201	43,16201	46,52384	3,86248	rejeitada
Residuo	444	411,9165	0,92774	-		-
Total	445	455,0785	-	-		-

r	r^2	*Tobs*	*Ttab*	Hipótese
0,307969494	0,094845	6,821	1,9653	rejeitada

APÊNDICE Q - Análise estatística da correlação e regressão

Total de Gemas viáveis por metro de sulco (Mecanizado) X Número de Rebolos

n° de amostras	10
grau de significância	5,00%

Indice	x	y	x^2	y^2	xy
1	9	10	81	100	90
2	12	21	144	441	252
3	10	8	100	64	80
4	7	6	49	36	42
5	11	11	121	121	121
6	9	10	81	100	90
7	18	23	324	529	414
8	6	5	36	25	30
9	11	12	121	144	132
10	11	19	121	361	209

X = Número de rebolos por metro de sulco; Y = Número de Gemas viáveis por metro de sulco; Demais colunas calculadas.

graus de liberdade (numerador) ->	d.f.1 =	1
graus de liberdade (denominador) ->	d.f.2 =	8
erro do tipo I ->	alfa =	0,05
valor crítico F ->	Fcritico =	5,317645

Causa da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fobs	Ftab	Hipótese
Regressão Linear	1	265,5602	265,5602	22,85867	5,31764	rejeitada
Residuo	8	92,93983	11,61748	-		-
Total	9	358,5	-	-		-

r	r^2	*Tobs*	*Ttab*	Hipótese
0,860670437	0,740754	4,781	2,2281	rejeitada

APÊNDICE R - Análise estatística da correlação e regressão

Total de Gemas viáveis por metro de sulco (Semi-mecanizado) X Número de Rebolos

n° de amostras	10
grau de significância	5,00%

Indice	X	y	x²	y²	xy
1	14	21	196	441	294
2	3	11	9	121	33
3	4	9	16	81	36
4	6	8	36	64	48
5	6	15	36	225	90
6	8	20	64	400	160
7	7	26	49	676	182
8	9	12	81	144	108
9	8	15	64	225	120
10	8	18	64	324	144
X = Número de rebolos por metro de sulco; Y = Número de Gemas viáveis por metro de sulco; Demais colunas calculadas.					

graus de liberdade (numerador) ->	d.f.1 =	1
graus de liberdade (denominador) ->	d.f.2 =	8
erro do tipo I ->	alfa =	0,05
valor crítico F ->	Fcritico =	5,317645

Causa da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fobs	Ftab	Hipótese
Regressão Linear	1	84,92387	84,92387	3,18102	5,31764	aprovada
Residuo	8	213,5761	26,69702	-		-
Total	9	298,5	-	-		-

r	r²	*Tobs*	*Ttab*	Hipótese
0,533387372	0,284502	1,784	2,2281	Aprovada

APÊNDICE S - Análise estatística da correlação e regressão

Total de Gemas por metro de sulco (Mecanizado) X Número de Rebolos

n° de amostras	10
grau de significância	5,00%

Indice	x	y	x²	y²	xy
1	9	15	81	225	135
2	12	28	144	784	336
3	10	13	100	169	130
4	7	7	49	49	49
5	11	14	121	196	154
6	9	13	81	169	117
7	18	31	324	961	558
8	6	10	36	100	60
9	11	21	121	441	231
10	11	22	121	484	242
X = Número de rebolos por metro de sulco; Y = Número de Gemas por metro de sulco; Demais colunas calculadas.					

graus de liberdade (numerador) ->	d.f.1 =	1
graus de liberdade (denominador) ->	d.f.2 =	8
erro do tipo I ->	alfa =	0,05
valor crítico F ->	Fcritico =	5,317645

Causa da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fobs	Ftab	Hipótese
Regressão Linear	1	424,956	424,956	27,10093	5,31764	rejeitada
Resíduo	8	125,444	15,6805	-		-
Total	9	550,4	-	-		-

r	r^2	*Tobs*	*Ttab*	Hipótese
0,878684122	0,772086	5,206	2,2281	rejeitada

APÊNDICE T - Análise estatística da correlação e regressão

Total de Gemas por metro de sulco (Semi-mecanizado) X Número de Rebolos

n° de amostras	10
grau de significância	5,00%

Indice	x	y	x^2	y^2	xy
1	4	26	16	676	104
2	3	13	9	169	39
3	4	12	16	144	48
4	6	13	36	169	78
5	6	20	36	400	120
6	8	23	64	529	184
7	7	33	49	1089	231
8	9	19	81	361	171
9	8	19	64	361	152
10	8	22	64	484	176

X = Número de rebolos por metro de sulco; Y = Número de Gemas por metro de sulco; Demais colunas calculadas.

graus de liberdade (numerador) ->	d.f.1 =	1
graus de liberdade (denominador) ->	d.f.2 =	8
erro do tipo I ->	alfa =	0,05
valor crítico F ->	Fcritico =	5,317645

Causa da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fobs	Ftab	Hipótese
Regressão Linear	1	129,2205	129,2205	4,08959	5,31764	aprovada
Residuo	8	252,7795	31,59744	-		-
Total	9	382	-	-		-

r	r^2	*Tobs*	*Ttab*	Hipótese
0,581612812	0,338273	2,022	2,2281	aprovada

APÊNDICE U - Amostras nos sulcos – Tratamento Mecanizado

TRATAMENTO	prof.sulco	cobrição	rebolos	GV	VI	total G
CIVEMASA G	(cm)	(cm)	(no.)	(no.)	(no.)	(no.)
(1o.)	20	14	9	10	5	15
0	27	7	12	21	7	28
0	26	8,5	10	8	5	13
0	27	10	7	6	1	7
0	29	12	11	11	3	14
0	28	15	9	10	3	13
0	33	15	18	23	8	31
0	32	18	6	5	5	10
0	34	13	11	12	9	21
0	32	11	11	19	3	22
0	35	0	0	0	0	0
0	31	0	0	0	0	0
0	30	0	0	0	0	0
0	30	0	0	0	0	0
0	32	0	0	0	0	0
0	32	0	0	0	0	0
0	31	0	0	0	0	0
0	30	0	0	0	0	0
0	35	0	0	0	0	0
0	34	0	0	0	0	0
médias	30,4	12,35	10,4	**12,5**	**4,9**	**17,4**
DP	3,59	3,33	3,27	6,31	2,51	7,82
CV	11,81	26,99	31,47	50,49	51,31	44,94

APÊNDICE V - Amostras nos sulcos – Tratamento Semi-mecanizado

	prof.sulco	cobrição	rebolos	GV	VI	total G
MANUAL 1	30	8,5	14	21	5	26
0	30	9,5	3	11	2	13
0	28	9	4	9	3	12
0	28	9	6	8	5	13
0	31	8,5	6	15	5	20
0	30	11	8	20	3	23
0	28	7,5	7	26	7	33
0	29	9,5	9	12	7	19
0	29	10	8	15	4	19
0	30	11	8	18	4	22
0	30	0	0	0	0	0
0	31	0	0	0	0	0
0	29	0	0	0	0	0
0	30	0	0	0	0	0
0	32	0	0	0	0	0
0	35	0	0	0	0	0

0	31	0	0	0	0	0
0	28	0	0	0	0	0
0	33	0	0	0	0	0
0	31	0	0	0	0	0
médias	30,15	9,35	7,30	**15,50**	**4,50**	**20,00**
DP	1,79	1,11	3,02	5,76	1,65	6,51
CV	5,92	11,84	41,37	37,16	36,66	32,57

APÊNDICE X - Análise estatística da correlação e regressão

Total de Gemas por comprimento de colmo (Semi-mecanizado) Colheita Crua

n° de amostras	60
grau de significância	5,00%

Indice	x	y	x²	y²	xy
1	2,23	19	4,9729	361	42,37
2	1,96	15	3,8416	225	29,4
3	2,14	19	4,5796	361	40,66
4	2,14	17	4,5796	289	36,38
5	1,90	16	3,61	256	30,4
6	2,24	19	5,0176	361	42,56
7	2,40	20	5,76	400	48
8	2,04	17	4,1616	289	34,68
9	2,19	17	4,7961	289	37,23
10	1,54	11	2,3716	121	16,94
11	1,91	11	3,6481	121	21,01
12	2,09	15	4,3681	225	31,35
13	2,44	18	5,9536	324	43,92
14	2,42	19	5,8564	361	45,98
15	2,14	14	4,5796	196	29,96
16	2,45	17	6,0025	289	41,65
17	2,53	20	6,4009	400	50,6
18	2,53	19	6,4009	361	48,07
19	2,44	20	5,9536	400	48,8
20	2,17	16	4,7089	256	34,72
21	2,13	16	4,5369	256	34,08
22	2,13	16	4,5369	256	34,08
23	1,89	17	3,5721	289	32,13
24	2,15	18	4,6225	324	38,7
25	2,04	15	4,1616	225	30,6
26	2,33	17	5,4289	289	39,61
27	2,06	17	4,2436	289	35,02
28	1,54	11	2,3716	121	16,94
29	2,05	18	4,2025	324	36,9
30	2,24	19	5,0176	361	42,56
31	2,37	17	5,6169	289	40,29
32	2,19	19	4,7961	361	41,61
33	2,12	16	4,4944	256	33,92
34	2,79	20	7,7841	400	55,8
35	2,28	21	5,1984	441	47,88
36	2,29	19	5,2441	361	43,51
37	2,39	20	5,7121	400	47,8
38	2,40	21	5,76	441	50,4
39	2,80	16	7,84	256	44,8
40	2,29	16	5,2441	256	36,64
41	1,67	17	2,7889	289	28,39
42	2,52	19	6,3504	361	47,88
43	2,22	18	4,9284	324	39,96
44	2,17	21	4,7089	441	45,57
45	2,41	19	5,8081	361	45,79
46	2,27	18	5,1529	324	40,86
47	2,57	23	6,6049	529	59,11
48	2,33	19	5,4289	361	44,27
49	2,68	16	7,1824	256	42,88
50	2,08	20	4,3264	400	41,6
51	2,55	19	6,5025	361	48,45
52	2,73	21	7,4529	441	57,33
53	2,36	18	5,5696	324	42,48
54	1,96	12	3,8416	144	23,52
55	2,40	18	5,76	324	43,2

56	2,20	18	4,84	324	39,6
57	2,40	18	5,76	324	43,2
58	1,92	18	3,6864	324	34,56
59	2,42	20	5,8564	400	48,4
60	1,93	12	3,7249	144	23,16
X = Comprimento dos colmos; Y = Total de gemas.					

graus de liberdade (numerador) ->	d.f.1 =	1
graus de liberdade (denominador) ->	d.f.2 =	58
erro do tipo I ->	alfa =	0,05
valor crítico F ->	Fcritico =	4,006864

Causa da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fobs	Ftab	Hipótese
Regressão Linear	1	157,579	157,579	39,16610	4,00686	rejeitada
Residuo	58	233,3544	4,023351	-		-
Total	59	390,9333	-	-		-

r	r^2	*Tobs*	*Ttab*	Hipótese
0,634888969	0,403084	6,258	2,0003	rejeitada

APÊNDICE Z - Análise estatística da correlação e regressão

Total de Gemas por diâmetro de colmo (Semi-mecanizado) Colheita Crua

n° de amostras	60
grau de significância	5,00%

Índice	x	y	x²	y²	xy
1	2,7	4,9729	7,29	6,021	2,23
2	2,9	3,8416	8,41	5,684	1,96
3	2,8	4,5796	7,84	5,992	2,14
4	2,5	4,5796	6,25	5,35	2,14
5	2,5	3,61	6,25	4,75	1,90
6	2,9	5,0176	8,41	6,496	2,24
7	3,1	5,76	9,61	7,44	2,40
8	2,6	4,1616	6,76	5,304	2,04
9	2,6	4,7961	6,76	5,694	2,19
10	2,6	2,3716	6,76	4,004	1,54
11	2,4	3,6481	5,76	4,584	1,91
12	2,9	4,3681	8,41	6,061	2,09
13	2,9	5,9536	8,41	7,076	2,44
14	2,9	5,8564	8,41	7,018	2,42
15	3,1	4,5796	9,61	6,634	2,14
16	3,0	6,0025	9	7,35	2,45
17	2,8	6,4009	7,84	7,084	2,53
18	2,7	6,4009	7,29	6,831	2,53
19	2,6	5,9536	6,76	6,344	2,44
20	2,7	4,7089	7,29	5,859	2,17
21	2,4	4,5369	5,76	5,112	2,13
22	2,3	4,5369	5,29	4,899	2,13
23	2,2	3,5721	4,84	4,158	1,89
24	2,5	4,6225	6,25	5,375	2,15
25	2,4	4,1616	5,76	4,896	2,04
26	2,2	5,4289	4,84	5,126	2,33
27	2,4	4,2436	5,76	4,944	2,06
28	2,1	2,3716	4,41	3,234	1,54
29	2,8	4,2025	7,84	5,74	2,05
30	2,9	5,0176	8,41	6,496	2,24
31	2,6	5,6169	6,76	6,162	2,37
32	2,2	4,7961	4,84	4,818	2,19
33	2,4	4,4944	5,76	5,088	2,12
34	3,1	7,7841	9,61	8,649	2,79
35	2,4	5,1984	5,76	5,472	2,28
36	2,5	5,2441	6,25	5,725	2,29
37	2,7	5,7121	7,29	6,453	2,39
38	3,0	5,76	9	7,2	2,40
39	3,0	7,84	9	8,4	2,80
40	2,5	5,2441	6,25	5,725	2,29
41	2,8	2,7889	7,84	4,676	1,67
42	2,8	6,3504	7,84	7,056	2,52
43	2,5	4,9284	6,25	5,55	2,22
44	2,9	4,7089	8,41	6,293	2,17
45	2,7	5,8081	7,29	6,507	2,41
46	2,7	5,1529	7,29	6,129	2,27
47	2,7	6,6049	7,29	6,939	2,57
48	2,5	5,4289	6,25	5,825	2,33
49	2,9	7,1824	8,41	7,772	2,68
50	2,3	4,3264	5,29	4,784	2,08
51	3,0	6,5025	9	7,65	2,55
52	2,9	7,4529	8,41	7,917	2,73
53	2,4	5,5696	5,76	5,664	2,36
54	2,3	3,8416	5,29	4,508	1,96
55	2,8	5,76	7,84	6,72	2,40

56	2,4	4,84	5,76	5,28	2,20
57	2,5	5,76	6,25	6	2,40
58	2,6	3,6864	6,76	4,992	1,92
59	2,7	5,8564	7,29	6,534	2,42
60	2,2	3,7249	4,84	4,246	1,93
X = Comprimento dos colmos; Y = Diâmetro dos colmos.					

graus de liberdade (numerador) ->	d.f.1 =	1
graus de liberdade (denominador) ->	d.f.2 =	58
erro do tipo I ->	alfa =	0,05
valor crítico F ->	Fcritico =	4,006864

Causa da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fobs	Ftab	Hipótese
Regressão Linear	1	1,032361	1,032361	20,28600	4,00686	rejeitada
Residuo	58	2,951639	0,05089	-		-
Total	59	3,984	-	-		-

r	r^2	*Tobs*	*Ttab*	Hipótese
0,509044987	0,259127	4,504	2,0003	rejeitada

APÊNDICE AA - Análise estatística da correlação e regressão

Total de Gemas por comprimento de colmo (Mecanizado) Colheita Crua

n° de amostras	60
grau de significância	5,00%

Indice	x	y	x^2	y^2	xy
1	2,16	18	4,6656	324	38,88
2	2,32	18	5,3824	324	41,76
3	2,24	21	5,0176	441	47,04
4	2,42	16	5,8564	256	38,72
5	2,09	19	4,3681	361	39,71
6	2,24	17	5,0176	289	38,08
7	2,23	15	4,9729	225	33,45
8	2,00	15	4	225	30
9	1,94	17	3,7636	289	32,98
10	2,14	17	4,5796	289	36,38
11	2,35	20	5,5225	400	47
12	2,06	15	4,2436	225	30,9
13	2,55	18	6,5025	324	45,9
14	2,29	21	5,2441	441	48,09
15	2,16	17	4,6656	289	36,72
16	2,40	17	5,76	289	40,8
17	2,09	17	4,3681	289	35,53
18	2,04	16	4,1616	256	32,64
19	2,29	19	5,2441	361	43,51
20	2,06	18	4,2436	324	37,08
21	2,29	19	5,2441	361	43,51
22	2,36	20	5,5696	400	47,2
23	2,09	17	4,3681	289	35,53
24	2,34	18	5,4756	324	42,12
25	2,35	19	5,5225	361	44,65
26	2,30	20	5,29	400	46
27	2,50	20	6,25	400	50
28	2,05	16	4,2025	256	32,8

29	2,47	20	6,1009	400	49,4
30	2,01	16	4,0401	256	32,16
31	2,09	19	4,3681	361	39,71
32	2,23	19	4,9729	361	42,37
33	1,95	16	3,8025	256	31,2
34	2,14	17	4,5796	289	36,38
35	1,84	15	3,3856	225	27,6
36	2,29	19	5,2441	361	43,51
37	2,35	18	5,5225	324	42,3
38	2,21	19	4,8841	361	41,99
39	2,34	20	5,4756	400	46,8
40	2,59	24	6,7081	576	62,16
41	2,19	18	4,7961	324	39,42
42	2,24	20	5,0176	400	44,8
43	2,15	16	4,6225	256	34,4
44	2,09	17	4,3681	289	35,53
45	2,12	20	4,4944	400	42,4
46	2,11	16	4,4521	256	33,76
47	1,51	11	2,2801	121	16,61
48	1,66	14	2,7556	196	23,24
49	1,68	15	2,8224	225	25,2
50	1,66	12	2,7556	144	19,92
51	2,36	19	5,5696	361	44,84
52	2,49	17	6,2001	289	42,33
53	2,02	16	4,0804	256	32,32
54	2,50	18	6,25	324	45
55	2,65	12	7,0225	144	31,8
56	2,09	16	4,3681	256	33,44
57	2,16	15	4,6656	225	32,4
58	2,38	22	5,6644	484	52,36
59	2,44	21	5,9536	441	51,24
60	1,81	15	3,2761	225	27,15
X = Comprimento dos colmos; Y = Total de gemas.					

graus de liberdade (numerador) ->	d.f.1 =	1
graus de liberdade (denominador) ->	d.f.2 =	58
erro do tipo I ->	alfa =	0,05
valor crítico F ->	Fcritico =	4,006864

Causa da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fobs	Ftab	Hipótese
Regressão Linear	1	134,4067	134,4067	35,67339	4,00686	rejeitada
Residuo	58	218,5267	3,767701	-		-
Total	59	352,9333	-	-		-

r	r^2	*Tobs*	*Ttab*	Hipótese
0,617112092	0,380827	5,973	2,0003	rejeitada

APÊNDICE AB - Análise estatística da correlação e regressão

Total de Gemas por diâmetro de colmo (Mecanizado) Colheita Crua

n° de amostras	60
Grau de significância	5,00%

Indice	x	y	x²	y²	xy
1	2,16	2,5	4,6656	6,25	5,4
2	2,32	2,7	5,3824	7,29	6,264
3	2,24	3,0	5,0176	9	6,72
4	2,42	2,8	5,8564	7,84	6,776
5	2,09	2,9	4,3681	8,41	6,061
6	2,24	2,8	5,0176	7,84	6,272
7	2,23	2,2	4,9729	4,84	4,906
8	2,00	2,7	4	7,29	5,4
9	1,94	2,5	3,7636	6,25	4,85
10	2,14	2,5	4,5796	6,25	5,35
11	2,35	2,4	5,5225	5,76	5,64
12	2,06	2,6	4,2436	6,76	5,356
13	2,55	2,7	6,5025	7,29	6,885
14	2,29	3,2	5,2441	10,24	7,328
15	2,16	2,8	4,6656	7,84	6,048
16	2,40	2,6	5,76	6,76	6,24
17	2,09	2,6	4,3681	6,76	5,434
18	2,04	2,8	4,1616	7,84	5,712
19	2,29	2,7	5,2441	7,29	6,183
20	2,06	2,7	4,2436	7,29	5,562
21	2,29	2,4	5,2441	5,76	5,496
22	2,36	2,5	5,5696	6,25	5,9
23	2,09	2,5	4,3681	6,25	5,225
24	2,34	2,7	5,4756	7,29	6,318
25	2,35	2,9	5,5225	8,41	6,815
26	2,30	3,2	5,29	10,24	7,36
27	2,50	2,5	6,25	6,25	6,25
28	2,05	3,0	4,2025	9	6,15
29	2,47	3,0	6,1009	9	7,41
30	2,01	2,3	4,0401	5,29	4,623
31	2,09	2,7	4,3681	7,29	5,643
32	2,23	2,7	4,9729	7,29	6,021
33	1,95	2,5	3,8025	6,25	4,875
34	2,14	2,8	4,5796	7,84	5,992
35	1,84	2,3	3,3856	5,29	4,232
36	2,29	2,9	5,2441	8,41	6,641
37	2,35	2,6	5,5225	6,76	6,11
38	2,21	2,8	4,8841	7,84	6,188
39	2,34	2,9	5,4756	8,41	6,786
40	2,59	3,0	6,7081	9	7,77
41	2,19	2,8	4,7961	7,84	6,132
42	2,24	3,0	5,0176	9	6,72
43	2,15	2,9	4,6225	8,41	6,235
44	2,09	2,8	4,3681	7,84	5,852

45	2,12	2,3	4,4944	5,29	4,876
46	2,11	2,2	4,4521	4,84	4,642
47	1,51	2,4	2,2801	5,76	3,624
48	1,66	2,0	2,7556	4	3,32
49	1,68	2,1	2,8224	4,41	3,528
50	1,66	2,2	2,7556	4,84	3,652
51	2,36	2,5	5,5696	6,25	5,9
52	2,49	2,9	6,2001	8,41	7,221
53	2,02	2,4	4,0804	5,76	4,848
54	2,50	3,0	6,25	9	7,5
55	2,65	2,6	7,0225	6,76	6,89
56	2,09	2,7	4,3681	7,29	5,643
57	2,16	3,0	4,6656	9	6,48
58	2,38	2,6	5,6644	6,76	6,188
59	2,44	3,3	5,9536	10,89	8,052
60	1,81	2,5	3,2761	6,25	4,525
X = Comprimento dos colmos; Y = Diâmetro dos colmos.					

graus de liberdade (numerador) ->	d.f.1 =	1
graus de liberdade (denominador) ->	d.f.2 =	58
erro do tipo I ->	alfa =	0,05
valor crítico F ->	Fcritico =	4,006864

Causa da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fobs	Ftab	Hipótese
Regressão Linear	1	1,252255	1,252255	21,63190	4,00686	rejeitada
Residuo	58	3,357578	0,057889	-		-
Total	59	4,609833	-	-		-

r	r^2	*Tobs*	*Ttab*	Hipótese
0,521199302	0,271649	4,651	2,0003	rejeitada

APÊNDICE AC – Homepage desta dissertação

http://www.topoevn.com.br/plantiocana.html

- Sobre o autor, orientador e colaboradores;
- Comentários;
- Galeria de Fotos;
- PDFs;
- Planilhas;
- Apresentação em PowerPoint;

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