

UFRRJ

**INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CIÊNCIA DO SOLO**

DISSERTAÇÃO

**Crescimento da Cana-de-Açúcar Cultivada sob
Diferentes Sistemas de Plantio e Colheita**

Orlando Carlos Huertas Tavares

2007



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**CRESCIMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR CULTIVADA SOB
DIFERENTES SISTEMAS DE PLANTIO E COLHEITA**

ORLANDO CARLOS HUERTAS TAVARES

Sob a Orientação do Professor

Eduardo Lima

e Co-orientação do Professor

Everaldo Zonta

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Ciência do Solo

Seropédica, RJ
Junho de 2007

633.61
T231c
T

Tavares, Orlando Carlos Huertas, 1979-

Crescimento da cana-de-açúcar cultivada sob diferentes sistemas de plantio e colheita / Orlando Carlos Huertas Tavares – 2009.

72 f. : il.

Orientador: Eduardo Lima.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

Bibliografia: f. 62-69.

1. Cana-de-açúcar – Cultivo – Teses. 2. Solos – Manejo - Teses. 3. Cana-de-açúcar - Colheita - Teses. I. Lima, Eduardo, 1955-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

É permitida a cópia parcial ou total desta dissertação, desde que seja citada a fonte. O Autor

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - CIÊNCIA DO SOLO**

ORLANDO CARLOS HUERTAS TAVARES

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**,
no Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de Concentração em Ciência do Solo.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 13/07/2007

Eduardo Lima. Dr. UFRRJ
(Orientador)

Heroldo Weber. Dr. UFPR

Jair Felipe Garcia Pereira Ramalho. Dr. UFRRJ

DEDICATÓRIA

À minha mãe Dilma Maria Huertas, pelo amor, paciência e compreensão.
A qual não pôde estar presente em alguns dos momentos mais
felizes de minha vida.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Ao amigo e Professor Eduardo Lima, pela orientação, conhecimento e oportunidade de desenvolvimento deste trabalho.

Ao Everaldo Zonta, pela amizade, co-orientação e por me incentivar.

Aos estagiários do grupo “cana crua”: Joarle Teixeira, Rodrigo Lopes, que ajudaram nas coletas dos dados biométricos e colheita do experimento.

Ao Campus Dr. Leonel Miranda, pelo apoio técnico, em especial aos amigos Geraldinho e Leôncio pelos conselhos, amizade e descontração durante as viagens à Linhares e Conceição da Barra -ES.

A destilaria Lasa por tornar possível a realização do trabalho, especialmente ao técnico agrícola Olivécio.

A professora Lúcia Helena, Marcos Gervásio e Rossiello sempre contribuindo.

Ao técnico Moraes, pela amizade e disposição de mais uma mão nas coletas.

A secretária Beth e Marquinhos, Luciene e Roberto pela amizade e solução de algumas dificuldades.

A todos os colegas do curso de pós-graduação, especialmente ao Roberto Trindade, Wallace (mineiro), Joilson, Danielle, Carlinha, Gláucio, Vinicius, Márcio Magalhães, Fábio, Ada, Adieron, Mondino, Arcângelo, por sempre contribuir no dia-a-dia, amizade e boas risadas.

Aos meus irmãos, Mônica Milena, Sandra Elizabeth, Thiago e Daniel por agüentar a minha ausência.

Ao amigo ex-bispo de SGC, Dom Walter Ivan de Azevedo, por me fazer querer saber mais.

Aos amigos, Adriano, Helcids, Vanessa B., Laisa, Allan, Richard, Dona Raquel e Joélia.

Aos professores Eurico e Marino da EAFSGC, pelo incentivo e confiança.

Ao Colégio São Gabriel, EAFSGC, UFRRJ, especialmente o CPGA-CS, pela formação acadêmica, profissional e pessoal.

A CAPES, pelo suporte financeiro.

Especialmente ao meu fio de luz, a pequena Patyzinha pela sua existência e Patricia pela compreensão, carinho e descontração, nos momentos difíceis.

BIOGRAFIA

Orlando Carlos Huertas Tavares, nasceu à 25 de setembro de 1979, na cidade de Villavicencio - CO, naturalizado de São Gabriel da Cachoeira - AM. Estagiário do Departamento de Botânica -UFRRJ de março de 2000 a julho de 2000, bolsista de iniciação científica do CNPq junto ao Instituto de Pesquisa - JBRJ, na área de Anatomia Vegetal, no período de agosto de 2001 a julho de 2002. Membro do Colegiado e do Diretório Acadêmico DARF-UFRRJ do Curso em Licenciatura em Ciências Agrícolas, membro do Conselho Departamental do Instituto de Educação-UFRRJ. Gradou-se em Licenciatura em Ciências Agrícolas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) em Novembro de 2003, exercendo o magistério pelo Estado do RJ na Escola Agrícola Almirante Ernani do Amaral Peixoto - Magé de março de 2004 a março de 2005, ingressando no Curso de Pós-graduação em Agronomia Ciência do Solo em Julho de 2005, onde foi bolsista da CAPES, membro do Colegiado do CPGA-CS como representante dos discentes em nível de mestrado, sendo ainda, contemplado com mestrado “sanduíche” à Argentina por dois meses.

RESUMO GERAL

TAVARES, Orlando Carlos Huertas. **Crescimento da Cana-Planta sob Diferentes Sistemas de Plantio e Colheita**. 2007. 72f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2007.

As pesquisas sobre manejo da colheita da cana-de-açúcar em ambiente de tabuleiro carecem de informações sobre efeito de longo prazo. Esse estudo é uma continuação de dois experimentos que há 16 anos vem sendo conduzidos em Linhares, ES. Tratam-se dos ensaios mais antigos no país investigando sistema de colheita de cana com queima e sem queima da palhada. A hipótese principal foi a de ganho de produtividade da cana-planta nos tratamentos sem queima antes da colheita. Outro aspecto importante para o manejo do plantio da cana nas áreas de tabuleiro e a influencia direta no custo de produção da cultura em função da forma de preparo do solo. O estudo foi dividido em dois capítulos, sendo o objetivo do primeiro avaliar o crescimento da cana planta, através dos parâmetros: altura, diâmetro e perfilhamento; e o rendimento da cana planta, em sistemas de colheita com a alternância de formas de manejo da colheita: cana crua-crua, crua-queimada, queimada-crua e queimada-queimada. O segundo capítulo teve como objetivo avaliar os efeitos de sistemas de preparo do solo, convencional e cultivo mínimo, e sua interação com sistemas de colheita cana crua e queimada sobre o crescimento e produtividade da cana planta. A variedade da cana-de-açúcar (*Saccharum sp.*) utilizada foi RB867515 e o solo classificado como Argissolo Amarelo. Os dados foram obtidos em 2005 e 2006. Os parâmetros avaliados foram: altura, diâmetro e número de colmos m^{-1} , aporte de matéria orgânica e rendimento da cana-de-açúcar. Foi adotada uma regressão polinomial exponencial de 2º e 3º graus para adaptar os dados às curvas de crescimento, em ambos os experimentos. O delineamento experimental no primeiro estudo foi o de parcelas subdivididas com seis repetições. A segunda renovação do canavial foi feita após sete ciclos de cultivo, implantada com cultivo mínimo e com as seguintes sucessões de sistemas de colheita: cana crua para crua (CC), cana crua para queimada (CQ), cana queimada para queimada (QQ) e cana queimada para crua (QC). Os resultados mostraram que a altura e diâmetro dos colmos foram influenciados pelas práticas de manejo de colheita. Não foi observada diferença significativa no número de colmos por metro linear, ou na produtividade de colmos em função dos sistemas de colheita. Já no segundo capítulo, a área experimental foi cultivada sob preparo convencional durante 16 anos, sem replantio, com manejo de colheita cana-crua e cana-queimada e em 2005 houve a primeira renovação do canavial. O delineamento experimental foi em faixas com parcelas subdivididas e seis repetições, dos seguintes tratamentos: parcelas (preparo convencional e cultivo mínimo) e subparcelas (cana crua e cana queimada). A renovação do canavial após 16 anos de cultivo, a altura e diâmetro dos colmos foram afetados pelo cultivo e manejo de colheita. O número de colmos foi maior para o preparo convencional e na cana-crua. Não ocorreram diferenças na produtividade de colmos em ambos os sistemas, a produtividade de palha foi afetada pelo preparo do solo e produtividade de pontas foi afetada pelo sistema de colheita, com isso aumentou a capacidade da planta em fornecer fotoassimilados ao colmo no final do ciclo da cana.

Palavras chave: Cana-de-açúcar. Sistemas de preparo do solo. Manejo de colheita. Cana crua. Cana queimada.

GENERAL ABSTRACT

TAVARES, Orlando Carlos Huertas. **Cane-plant growth under different planting and harvesting systems**. 2007. 72p. Dissertation (Master Science in Agronomy, Soil Science) Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2007.

Researches on sugarcane harvesting handling in the landscape of coastal tableland lack information about long term effects. This study is a prolongation of two experiments carried out in Linhares municipality, Espírito Santo State (Brazil), starting 16 years ago. The experiment is one of the oldest research trials in Brazil about raw and burnt cane harvesting systems. The main hypothesis was that of an increase in cane-plant productivity in the treatments without burning before harvesting. Another important aspect was management of cane planting in the coastal tableland areas, and its direct influence in the production cost as a function of soil tillage system. The study was divided in two chapters. The objective of the first chapter was to evaluate cane-plant growth, through the parameters: height, diameter and tillering; and the yield of cane-plant, in cropping systems with alternation of harvesting forms: cane raw-raw, raw-burnt, burnt-raw, and burnt-burnt. The second chapter had as objective to evaluate effects of soil tillage systems, conventional and minimum tillage, and the interaction with raw and burnt crop systems on cane-plant growth and yield. The RB867515 was the sugarcane (*Saccharum sp.*) variety used, and the soil was classified as Xanthic Udult. The data were obtained in 2005 and 2006. The evaluated parameters were: height, diameter and number of stems m^{-1} , addition of organic matter and yield of sugarcane. It was adopted a polynomial of 2nd and 3rd degrees regression exponential model to adapt the data to the growth curves, in both experiments. The first experiment was set in a randomized block design with six replicates. The second renewal of the sugar cane plantation was made after seven cultivation cycles, implanted with minimum tillage, and with the following successions of harvesting systems: raw cane for raw (RR), raw cane for burnt (RB), burnt cane for burnt (BB), and burnt cane for raw (BR). The results showed that height and diameter of stems were influenced by the cane harvesting practices. A significant difference was not observed in the number of stems by linear meter, or in the stems productivity as a function of the harvesting systems. In the second chapter, the experimental area was cultivated under conventional tillage for 16 years, without replanting, with harvesting handling of cane-raw and cane-burnt, and in 2005 there occur the first renewal of the sugarcane plantation. The experimental design was of strips with split - splot and six replications of the following treatments: plots with conventional tillage and minimum tillage; and sub plots with raw cane and burnt cane harvesting. The renewal of the sugarcane plantation after 16 years of cultivation, and the height and diameter of stems were affected by the tillage and crop harvesting systems. The number of stems was higher for the conventional tillage and raw cane. There were no differences in the stem productivity for both systems. The straw productivity was affected by the soil tillage system, and cane tips productivity was affected by the harvesting system, thus increasing the plant capacity in supplying photoassimilates to stems at the end of cane cycle.

Key words: Sugarcane. Tillage systems. Crop handling. Raw cane. Burnt cane.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Características agronômicas da variedade de cana-de-açúcar RB867515 (PMGCA,2007).....	14
Tabela 2. Número de avaliações, dias após plantio (DAP), e data das amostragens realizadas. LASA, Linhares-ES, UFRRJ, 2005-2006.....	18
Tabela 3. Variância amostral dos dados originais de altura, diâmetro e número de colmos, durante o período experimental.	21
Tabela 4 Variância amostral dos dados de altura, diâmetro e número de colmos, após a sua transformação em logaritmos naturais, durante o período experimental.	21
Tabela 5. Coeficientes de determinação (R ²) de cada modelo matemático testado para parâmetros de altura, diâmetro e número de colmos.	22
Tabela 6. Coeficientes obtidos para os modelos matemáticos exponencial polinomial de 2º e 3º graus, para parâmetros de altura, diâmetro e número de colmos.....	23
Tabela 7. Médias da altura das plantas (m) por época de coleta da cana planta. Média de seis repetições.	25
Tabela 8. Médias por época de coleta e tratamentos do diâmetro (cm) das plantas de cana planta. Média de seis repetições.....	27
Tabela 9. Médias por época de coleta e tratamentos do número de colmos. m ⁻¹ linear de cana planta. Média de seis repetições.....	29
Tabela 10. Produção de colmos (rendimentos absolutos e relativos), folhas e pontas em resposta a quatro sistemas de colheita para a 6ª coleta.	32
Tabela 11 Variância amostral dos dados originais de altura, diâmetro e número de colmos, durante o período experimental.	44
Tabela 12 Variância amostral dos dados de altura, diâmetro e número de colmos, após a sua transformação em logaritmos naturais, durante o período experimental.	44
Tabela 13. Coeficientes de determinação (R ²) de cada modelo matemático testado para parâmetros de altura, diâmetro e número de colmos.	45
Tabela 14. Coeficientes obtidos para os modelos matemáticos exponencial polinomial de 2º e 3º graus, para parâmetros de altura, diâmetro e número de colmos em dois sistemas de manejo e dois sistemas de cultivo.	46
Tabela 15. Médias por época de coleta da altura das plantas da cana planta (m). Média de seis repetições.	47
Tabela 16. Médias por época de coleta de diâmetro das plantas da cana planta (cm). Média de seis repetições.	50
Tabela 17. Médias por época de coleta do número de colmos.m ⁻¹ linear da cana planta. Média de seis repetições.	51
Tabela 18. Médias por época de coleta da altura das plantas da cana planta (m). Média de seis repetições.	53
Tabela 19. Médias por época de coleta de diâmetro das plantas da cana planta (cm). Média de seis repetições.	55

Tabela 20. Médias por época de coleta do número de colmos.m ⁻¹ linear da cana planta. Média de seis repetições	57
Tabela 21. Médias das interações entre manejo e cultivo para nº. colmos. m ⁻¹ linear da cana planta. Média de seis repetições.....	58
Tabela 22. Produção de colmos (rendimentos absolutos e relativos), palhas e pontas em resposta a dois sistemas de cultivo e dois sistemas de colheita para a 6 ^a coleta.....	60
Tabela 23. Variância amostral para o efeito manejo e cultivo, dos dados originais e após a sua transformação em logaritmos naturais, de altura, diâmetro e número de colmos, durante o período experimental. 2º experimento.	71
Tabela 24. Variância amostral para o efeito época, dos dados originais e após a sua transformação em logaritmos naturais, de altura, diâmetro e número de colmos, durante o período experimental. 2º experimento.	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Variação de pluviosidade média mensal em Linhares-ES, no período 2005-2007 (Fonte: LASA, 2007).	13
Figura 2. Croqui dos experimentos: Experimento 1, cana Crua-crua, Crua-queimada, Queimada-crua e Queimada-queimada, sob cultivo mínimo. Experimento 2, Cana crua, Cana queimada, sob preparo convencional e cultivo mínimo.	17
Figura 3: Colheita manual sem queima da cana-de-açúcar, ALCON, Conceição da Barra-ES.	20
Figura 4: Colheita manual com queima da cana-de-açúcar, ALCON, Conceição da Barra-ES.	20
Figura 5. Altura dos colmos, a partir de 6 coletas e 4 tratamentos de manejo de cana- de-açúcar: Crua-crua, Crua-queimada, Queimada-crua, Queimada-queimada.	25
Figura 6. Taxa de alongação dos colmos, a partir de 6 coletas e 4 tratamentos de manejo de cana- de-açúcar: Crua-crua, Crua-queimada, Queimada-crua, Queimada-queimada.	26
Figura 7. Diâmetro dos colmos, a partir de 6 coletas e 4 tratamentos de manejo de cana- de-açúcar: Crua-crua, Crua-queimada, Queimada-crua, Queimada-queimada.	27
Figura 8. Número de colmos, a partir de 6 coletas e 4 tratamentos de manejo de cana- de-açúcar: Crua-crua, Crua-queimada, Queimada-crua, Queimada-queimada.	29
Figura 9. Altura dos colmos, a partir de 6 coletas e 2 tratamentos de cultivo de cana- de-açúcar: Preparo convencional, cultivo mínimo.	47
Figura 10. Taxa de alongação dos colmos, a partir de 6 coletas e 2 tratamentos de cultivo de cana- de-açúcar: Preparo convencional, cultivo mínimo.	48
Figura 11. Diâmetro dos colmos, a partir de 6 coletas e 2 tratamentos de cultivo de cana- de-açúcar: Preparo convencional, cultivo mínimo.	49
Figura 12. Número de colmos, a partir de 6 coletas e 2 tratamentos de cultivo de cana- de-açúcar: Preparo convencional, cultivo mínimo.	51
Figura 13. Altura dos colmos, a partir de 6 coletas e 2 tratamentos de manejo de cana- de-açúcar: Cana queimada e cana crua.	52
Figura 14. Taxa de alongação dos colmos, a partir de 6 coletas e 2 tratamentos de manejo de cana- de-açúcar: Cana queimada e cana crua.	54
Figura 15. Diâmetro dos colmos, a partir de 6 coletas e 2 tratamentos de manejo de cana- de-açúcar: Cana queimada e cana crua.	55
Figura 16. Número de colmos, a partir de 6 coletas e 2 tratamentos de manejo de cana- de-açúcar: Cana queimada e cana crua.	57
Figura 17. Colheita em duas áreas com três linhas úteis em cada parcela para avaliação da produtividade de colmos e aporte de matéria orgânica.	72

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. CAPÍTULO I - CRESCIMENTO DA CANA PLANTA EM DIFERENTES SISTEMAS DE COLHEITA APÓS A RENOVAÇÃO DO CANAVIAL	3
2.1 RESUMO	4
2.2 ABSTRACT	5
2.3. INTRODUÇÃO	6
2.4 REVISÃO DE LITERATURA	8
2.4.1 Sistema de Manejo dos Canaviais	8
2.4.2 Tabuleiros Costeiros	9
2.4.3 Análise de Crescimento da Cultura	10
2.5. MATERIAL E MÉTODOS	13
2.5.1 Descrição da Área Experimental	13
2.5.2 Variedade de Cana-de-açúcar Utilizada	13
2.5.3 Delineamento Experimental	14
2.5.4 Tratamentos	16
2.5.5 Parcelas	16
2.5.6 Análise de Crescimento da Cultura	18
2.5.7 Amostragem das Plantas	18
2.5.8 Taxa de Elongação da Cultura (TEC).....	19
2.5.10 Aporte de Matéria Orgânica	19
2.5.11 Quantificação do Rendimento da Cana-de-açúcar	19
2.6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
2.6.1 Variância Amostral dos Parâmetros Estudados	21
2.6.2 Escolha do Modelo Matemático	22
2.6.3 Análise de Crescimento	24
2.6.4 Altura dos Colmos	24
2.6.5 Taxa de Elongação da Cultura (TEC).....	25
2.6.6 Diâmetro dos Colmos	26
2.6.7 Número de Colmos	28
2.6.8 Produtividade	30
2.7 CONCLUSÕES	33

3. CAPÍTULO II - CRESCIMENTO DA CANA PLANTA CULTIVADA SOB DIFERENTES SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO E DE COLHEITA.....	34
3.1 RESUMO.....	35
3.2 ABSTRACT.....	36
3.3 INTRODUÇÃO.....	37
3.4 REVISÃO DE LITERATURA.....	39
3.4.1 Sistemas de Cultivo	39
3.5 MATERIAL E MÉTODOS.....	41
3.5.1 Delineamento Experimental.....	41
3.5.2 Tratamentos	42
3.5.3 Parcelas	42
3.6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
3.6.1 Variância Amostral dos Parâmetros Estudados.....	44
3.6.2 Escolha do Modelo Matemático	44
3.6.3 Análise de Crescimento	47
3.6.4 Altura dos Colmos	47
3.6.5 Taxa de Elongação da Cultura (TEC).....	48
3.6.6 Diâmetro dos Colmos	48
3.6.7 Número de Colmos	50
3.6.8 Altura dos Colmos em Cana Crua e Cana Queimada	52
3.6.9 Taxa de Elongação da Cultura (TEC).....	53
3.6.10 Diâmetro dos Colmos em Cana Crua e Cana Queimada.....	54
3.6.11 Número de Colmos em Cana Crua e Cana Queimada.....	56
3.6.12 Produtividade.....	58
3.7 CONCLUSÕES.....	61
4. CONCLUSÕES GERAIS.....	62
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
6. ANEXOS.....	71

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cana-de-açúcar é uma das culturas de maior importância comercial no mundo. No Brasil a sua exploração ocorre desde o fim do ciclo do pau-brasil em meados do século XVI. Nos últimos anos, após a extinção do IAA/PLANALSUCAR, em 1990, o setor sucroalcooleiro sofreu uma grande reestruturação imposta pela diminuição dos subsídios governamentais destinados ao setor. No entanto, o setor vem mostrando uma indiscutível competitividade em relação às demais regiões produtoras mundiais (Silva, 2000). É a que produz sob os menores custos de produção, pois aproveita-se cem por cento de sua massa, ou seja, da produção de álcool a geração de energia da própria usina.

Na década de 70 a criação do IAA/PLANALSUCAR desenvolveu uma política técnico-científica que permitiu um aumento do rendimento agrícola e industrial, visando suprir a demanda de matéria-prima gerada pelo aumento da utilização de álcool, estimulada pela alta do petróleo no mercado internacional (Silva, 2000).

Um dos fatores responsáveis para o sucesso do programa PROÁLCOOL, diz respeito ao balanço energético positivo da cultura de cana-de-açúcar para a produção de álcool, que é de aproximadamente 9, podendo chegar a 12 caso elimine-se a adubação com fertilizantes minerais nitrogenados e diminuam-se as perdas industriais, havendo maior aproveitamento dos subprodutos da indústria (Macedo et al., 1997).

Essa política de estímulo à produção e os subsídios ao setor promoveram a expansão da área cultivada. As áreas de maior expansão da cultura da cana-de-açúcar nos Estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo, do Sul da Bahia e na região Nordeste estão localizadas em solos do Terciário, da série Barreiras, conhecidos como solos de “tabuleiros” e algumas áreas de morros. São de textura arenosa, na grande maioria, a areno-argilosa, relativamente bem porosos e bem drenados na camada superficial agricultável. Sua topografia varia de levemente ondulada, com algumas superfícies planas, a movimentada e acidentada. São por isso, bastante sujeitos a danos causados pela erosão (Peixoto, 1986), tais solos, geralmente apresentam alta deficiência de fósforo, carência de cálcio e/ou magnésio, baixa concentração de matéria orgânica e conseqüentemente menor capacidade de retenção de água e de troca catiônica (Simões Neto, 1987).

Nas décadas de 50 e 60 acompanhando a revolução mundial ocorrida na agricultura, o setor açucareiro apresentou grande avanço, estimulando práticas culturais que facilitassem o manejo e reduzissem o uso de mão de obra (Campos, 2003). Atualmente a grande área explorada pela cultura da cana-de-açúcar, de aproximadamente 6,6 milhões de hectares CONAB (2007), é colhida após a queima da palhada.

Assim, a queima prévia dos canaviais passou a ser praticada em larga escala (Ceddia et al, 1999). Considerando que a maior expansão da cultura ocorreu em solos de baixa fertilidade natural as atuais técnicas de manejo da cultura têm favorecido o declínio do potencial produtivo desses solos, principalmente devido a diminuição no teor de carbono orgânico do solo promovida pelo vigoroso revolvimento do solo no plantio e pela queima da palhada antes da colheita (Silva, 2000), ainda mais se levarmos em consideração que expansão da cultura, basicamente tem ocorrido em áreas antes ocupadas por pastagens.

As atuais técnicas de manejo da cultura da cana-de-açúcar tem caminhado em direção oposta à da manutenção dos níveis de matéria orgânica do solo. Na região dos tabuleiros de Campos dos Goytacazes (RJ), após 30 anos de cultivos subseqüentes com cana-de-açúcar, a produtividade média está na ordem de 40 t ha⁻¹, contra uma média de 80 t ha⁻¹ em outras áreas menos degradadas (Azeredo, 1994).

As áreas de tabuleiro do Estado do Espírito Santo apresentam produtividade considerada razoável para a cultura da cana-de-açúcar, em torno de 75 t ha^{-1} . As atuais técnicas de manejo, propiciam produtividades cada vez menores e mais dependentes de insumos, o que poderá tornar, o cultivo da cana-de-açúcar uma atividade agrícola anti-econômica para a região, porém, o manejo da cultura utilizando técnicas que preservem a matéria orgânica do solo, como a utilização da vinhaça, juntamente com a colheita sem queima, podem tornar o sistema mais sustentável (Guedes, 2002).

Como as soqueiras são responsáveis por cerca de 80% da produção total da cultura de cana-de-açúcar (Zambello Jr. et al., 1980; Weber & Azeredo, 1997; Casagrande, 1994) fica evidente que a obtenção de um sistema de manejo que favoreça, ao longo dos ciclos, melhorias nas propriedades químicas do solo e no desenvolvimento do dossel, além de ter uma maior aceitação social é desejável.

Nos tempos atuais a produção de álcool continua tendo como principal consumidor o mercado interno. Porém, a dependência de outros países por petróleo, tem forçado a busca por novas fontes de combustível, abrindo novas possibilidades de diálogo do Brasil (detentor desta tecnologia) com os mesmos. Uma vez que se avanta a possibilidade de se duplicar a produção para 30 bilhões de litros de álcool em cinco ou seis anos, com a construção de novas usinas em andamento. Um fato que evidencia tal situação foi a vinda do presidente americano, George W. Bush, para tratar sobre este tema, uma vez que os EUA produzem álcool a partir de milho, o qual não é tão eficiente quanto a cana-de-açúcar, e não podem produzir a cana em grande escala em seu território, a não ser por uma pequena faixa compreendida pela Flórida e Havaí, devido à limitação intrínseca da cultura, a qual está limitada às regiões tropicais e subtropicais. Para atender a possível demanda, se torna imprescindível então, a adoção de práticas responsáveis e conservacionistas.

A hipótese deste trabalho é de que a produtividade da cana-de-açúcar após a renovação do canavial é influenciada pelo manejo de colheita dos anos anteriores, bem como ocorre influência em função do sistema de preparo do solo. Os principais objetivos foram: avaliar o efeito da forma de renovação do canavial (preparo convencional e cultivo mínimo), e a forma de colheita (com e sem queima da palhada) sobre o crescimento e a produtividade da cana-de-açúcar.

Os resultados serão mostrados em 2 capítulos, contendo no primeiro os resultados obtidos no primeiro experimento, onde se confrontou quatro sistemas de colheita. No segundo capítulo estão apresentados os dados dos diferentes sistemas de preparo do solo para plantio, preparo convencional e cultivo mínimo em diferentes sistemas de colheita, cana crua e cana queimada.

1. CAPÍTULO I

CRESCIMENTO DA CANA PLANTA EM DIFERENTES SISTEMAS DE COLHEITA APÓS A RENOVAÇÃO DO CANAVIAL.

2.1 RESUMO

O manejo da palhada da cana-de-açúcar colhida com e sem queima pode influenciar o crescimento e número de perfilhos associado à produção de colmos, uma vez que a prática da queima é comum na cultura da cana-de-açúcar no Brasil. Assim foi instalado um experimento de longa duração (16 anos) no município de Linhares, ES, o qual sofreu a segunda renovação do canavial em uma área experimental. A mesma foi cultivada com sete ciclos de cana-de-açúcar variedade RB867515, implantada com cultivo mínimo do solo. O objetivo do experimento foi o de avaliar o efeito sobre os ritmos de crescimento da cultura e produtividade em um Argissolo Amarelo em área de tabuleiro, implantada com cultivo mínimo do solo e com distintas sucessões de manejo da colheita de cana. Os tratamentos usados foram: Tratamento 1 - Cana crua para crua (crua-crua); Tratamento 2 - Cana crua para queimada (crua-queimada); Tratamento 3 - Cana queimada para queimada (queimada-queimada); e Tratamento 4 - Cana queimada para crua (queimada-crua). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso e seis repetições. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, e seis repetições. Adotou-se regressão polinomial de 2° e 3° graus para se adaptar os dados às curvas de crescimento. Portanto com a renovação do canavial após sete anos de cultivo, constatou-se na cana planta variações no ritmo de crescimento da cultura, evidenciadas pela altura e diâmetro dos colmos devido às práticas de manejo do sistema de colheita. Entretanto não foram observadas diferenças no número de colmos por dois metros lineares. O perfilhamento da cana no tratamento crua-crua não mostrou diferença significativa, que pudesse confirmar a influência negativa da palha na nova rebrota. Não ocorreram diferenças na produtividade de colmos em função dos sistemas de colheita adotados.

Palavras chave: Cana-de-açúcar. Manejo de Colheita. Crescimento.

2.2 ABSTRACT

The handling of the sugarcane straw with cane harvested without burning and with burning may influence cane growth, and number of sprouts associated to the production of stems, since the burning practice is common in the cultivation of sugarcane in Brazil. Thus, an experiment of long duration was installed (16 years) in the municipality of Linhares, Espírito Santo State (Brazil), which had a second cane plantation renewal in an experimental area. The area was cultivated with seven cycles of sugarcane of the variety RB86 7515, and with minimum soil tillage. The objective was to evaluate effect on the cane growth and productivity, in a Xanthic Udult soil of coastal tableland landscape, applying different harvesting systems. The treatments used were: Treatment 1 - area previously with raw cane and kept as that (raw-raw); Treatment 2 - previously with raw cane and converted to burnt cane (raw-burnt); Treatment 3 – area with burnt cane renewed with the same system (burnt-burnt); and Treatment 4 – area with burnt cane renewed with raw cane (burnt-raw). The experimental design was of random blocks with subdivided plots, with six repetitions. It was adopted a 2nd and 3rd degrees regression polynomial model to adapt the data to the growth curves. Therefore, with the second renewal of the sugar cane plantation, after seven years of cultivation, in the cane-plant there was a tendency of change in the crop growth, evidenced by the stems height and diameter, due to the harvesting practices. There were no significant differences in the number of stems measures for two linear meters. The cane sprout in the treatment raw-raw did not show significant difference, which could confirm a negative influence of the straw in the new sprouting. The stems productivity did not show differences as a function of harvesting systems used.

Key-words: Sugarcane. Harvesting handling. Growth.

2.3. INTRODUÇÃO

Nas décadas de 50 e 60, acompanhando a revolução mundial ocorrida na agricultura, o setor açucareiro apresentou grande avanço, estimulando práticas culturais que facilitassem o manejo e reduzissem o uso de mão de obra (Campos, 2003). A queima prévia dos canaviais passou a ser praticada em larga escala (Ceddia et al. 1999), o que é prejudicial à manutenção dos níveis de matéria orgânica do solo. A queima favorece a mineralização da matéria orgânica já existente (Ceddia et al. 1999), ainda, o solo permanece descoberto por um período longo, o que acelera o processo erosivo e culmina com a depauperação de suas propriedades físicas e químicas (Molina, 1995; Mendoza, 1996). Além desta prática, utiliza-se um vigoroso revolvimento do solo por ocasião do plantio, com uso de arados, grades pesadas e subsoladores.

Os estudos de manejo do solo têm demonstrado a importância do fornecimento de matéria orgânica visando à manutenção e melhoria das propriedades físicas do solo (Oades, 1994; Cerri et al., 1991; Ceddia, 1999). Entre as práticas, de manejo mais simples e que podem apresentar resultados técnicos e econômicos a curto e médio prazo é o corte da cana sem queimar as folhas, deixando-as sobre o solo (Ceddia et al. 1999).

Considerando que a maior expansão da cultura da cana-de-açúcar ocorreu em solos de baixa fertilidade natural as atuais técnicas de manejo da cultura têm favorecido o declínio do potencial produtivo desses solos, principalmente devido a diminuição no teor de carbono orgânico do solo promovida pelo vigoroso revolvimento do solo no plantio e pela queima da palhada antes da colheita (Silva, 2000).

Em relação a mudanças climáticas, dentre as soluções parciais para redução da emissão de gases do efeito estufa, incluindo as de conservação de energia, seqüestro de carbono e o uso do conjunto de energias “renováveis”, o uso da biomassa para substituir combustíveis fósseis tem despontado como uma grande oportunidade; os esforços para desenvolver e implementar tecnologias neste sentido são muito grandes. A cana-de-açúcar em relação às emissões de gases de efeito estufa, vem com o uso do etanol de cana, associado ao bagaço (energia térmica e elétrica), tem aparecido como uma primeira experiência com resultados positivos em grande escala Macedo (2005).

As condições para a produção de cana e etanol no Brasil concorrem para um resultado extremamente positivo na redução das emissões, colocando o etanol em posição de destaque como combustível para o mundo. Pois ao limitar as emissões de gases de efeito estufa, notadamente o gás carbônico, tem o efeito imediato de valorizar o uso de combustíveis renováveis (Macedo, 2005).

Para os gases de efeito estufa segundo (Macedo, 2005), as emissões devidas ao uso de energia fóssil foram avaliadas em 19,2 kg CO₂ eq. t⁻¹ cana e as emissões de outras fontes, em 12,6 kg CO₂ eq. t⁻¹ cana. Como resultado líquido, as emissões evitadas pela substituição da gasolina pelo etanol e do óleo combustível pelo bagaço excedente subtraídas dos valores acima são 2,6 t CO₂ eq. m⁻³ de etanol anidro e 1,7 CO₂ eq. m⁻³ de etanol hidratado. Usinas modernas para açúcar de beterraba operam em média com cerca de 1,1 Gcal. t⁻¹ açúcar, usando gás natural, emissão de CO₂ de 0,26 t CO₂. t⁻¹. Comparando com as emissões de usinas de açúcar com base em beterraba, com as usinas brasileiras de cana-de-açúcar, essas evitaram a emissão de 5,7 Mt (CO₂ eq) em 2003. Enfim, a cada aumento de 100Mt cana.safra⁻¹, nas condições acima, poderia levar a reduções adicionais de emissões de GEE equivalentes a: 9,1 Mt CO₂ eq, pelo uso do etanol; 2,0 Mt CO₂ eq, pela energia elétrica adicional, em 50% dos casos e 1,5 Mt CO₂ eq. devido ao açúcar de cana, com relação ao de beterraba (Macedo, 2005). Portanto,

o uso da energia renovável do etanol é promissor como redutor dos gases do efeito estufa em cerca de 13% das emissões de todo o setor energético do país, a partir da cana-de-açúcar.

As áreas de tabuleiro do Estado do Espírito Santo apresentam produtividade considerada razoável para a cultura da cana-de-açúcar, em torno de 75 t ha⁻¹. As atuais técnicas de manejo propiciam produtividades cada vez menores e mais dependentes de insumos, o que poderá tornar o cultivo da cana-de-açúcar uma atividade agrícola anti-econômica para região. Porém, o manejo da cultura utilizando técnicas que preservem a matéria orgânica do solo, como a utilização da vinhaça, juntamente com a colheita sem queima, podem tornar o sistema mais sustentável (Guedes, 2002).

A hipótese do presente trabalho é que o crescimento e a produtividade após a renovação do canavial são influenciados pelo manejo de colheita dos anos anteriores.

Os principais objetivos foram: Avaliar o crescimento e a produtividade da cana-de-açúcar em diferentes sistemas de colheita.

2.4 REVISÃO DE LITERATURA

2.4.1 Sistema de Manejo dos Canaviais

A queima dos canaviais tem gerado vários estudos devido aos diversos aspectos que envolvem a sua prática, como os econômicos, agrônômicos, sociais e ambientais, além de a mudança de sistema, para o sistema cana crua, representar também mudanças operacionais de manejo.

Resende et al. (1997), verificaram em experimento de longa duração com dois ciclos, primeiro ciclo de oito cortes e segundo em terceira soca, que onde tem sido mantida a palha no sistema, os rendimentos de colmos superaram em cerca de 20 a 30%, os rendimentos obtidos nas áreas sob manejo com queima. Sendo esta diferença confirmada na terceira soca da segunda fase do experimento, com rendimento de colmos 25% superior. Esses autores verificaram ainda que, através dos resíduos vegetais, as parcelas não queimadas contribuíram com o triplo do nitrogênio das queimadas, o que significou uma adição em torno de $50 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

Segundo Urquiaga et al. (1991) a manutenção da palhada na colheita da cana-de-açúcar favorece o controle eficiente das ervas daninhas, reduzindo o uso de herbicidas, favorece ainda a infiltração da água no solo, diminuindo a evaporação e a excessiva radiação solar, o escoamento superficial e a erosão.

Ao confrontarem os sistemas de colheita, Mendoza et al. (2000), verificaram que a colheita da cana sem a queima da palha resultou em maiores teores de magnésio e carbono orgânico no solo, enquanto a colheita de cana com queima da palha elevou os teores de fósforo e potássio no solo. Ainda na mudança do sistema de cana queimada para cana crua, no primeiro ano para cana planta, demora mais para se adaptar as novas condições edáficas, onde a adição da palhada favorece o desenvolvimento da microbiota do solo (Silva, 2000; Mendoza, 1996)

O diâmetro dos colmos foi observado por Alvarez & Castro (1999) aos 308 DAC (dias após corte) no primeiro ano e aos 241 DAC no segundo ano para cana-soca. Estas se encontram na fase da curva onde há queda discreta do diâmetro. Essa diminuição poderia estar relacionada com a constatação de que, sob menor luminosidade, os colmos são mais finos (Camargo, 1968), segundo Alvarez & Castro, (1999) as datas anteriores ao DAC de maiores diferenças de diâmetro, entre cana crua e cana queimada, nos dois anos daquele experimento houve maior auto-sombreamento em cana queimada que em cana crua, mostrado pelos dados de índice de área foliar.

Para o número de colmos segundo Rocha (1984), este começou a cair mais bruscamente até janeiro e mais lentamente até a colheita em julho. Esse efeito é explicado pelo aumento do auto-sombreamento que ocorre no dossel com o avanço do ciclo da cultura (Silva, 2000), (Rossiello, 1987), (Souza, 1995) e (Azeredo, 1997). Segundo Silva (2005), este comportamento de perfilhamento intenso, no início do ciclo, se deve a alta luminosidade disponível e espaço aéreo para exploração das plantas, conforme os primeiros perfilhos vão se desenvolvendo e ocupando maior espaço no solo e no ar, as suas folhas vão sombreando aqueles que brotaram depois, e que são menores, sendo estes primeiros mais eficientes na competição por água e luz, fazendo com que esses mais novos não consigam sobreviver, morrendo antes de se tornarem plantas completas.

Resende et al. (1997), observaram que com a manutenção da palha aumentaram os teores de N-total, magnésio e potássio, e reduziram os teores de alumínio trocável, na camada superficial (0-20 cm) do solo.

Com a queima são perdidos cerca de $10 \text{ t.ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ de palha, que contém diversos nutrientes, dentre os quais se destacam N ($40\text{-}60 \text{ kg ha}^{-1}$), S ($15\text{-}30 \text{ kg ha}^{-1}$) e C (4.500 kg ha^{-1}), (Urquiaga et al., 1997; Resende et al., 2006a e b) e no solo, o sistema radicular contribui com o conteúdo de N e S nas raízes e rizomas variando de 22 a 80 kg ha^{-1} e 4 a 14 kg ha^{-1} , respectivamente, e ao final da 2ª soca relacionaram-se positivamente com a produtividade de colmos da soca de cana-de-açúcar na 3ª soca (Vitti, 2007).

Em estudo de longa duração Boddey et al. (1993), observaram que a prática de queimar o canavial antes da colheita prejudica a produtividade da cana-de-açúcar. Verificaram ainda que a partir da segunda soca a produtividade da cana foi 23 % superior no canavial sem queima. Resultados semelhantes foram obtidos por Mendoza (1996) e Ceddia (1998).

A presença do “mulch” de palha (palhada) implica em mudanças no manejo da adubação nitrogenada como a utilização de fontes de N que apresentam menores perdas por volatilização de amônia, além da busca por implementos que apliquem o fertilizante à aproximadamente 15 cm de profundidade (Vitti, 1998, Guedes, 2002).

Sidiras & Pavan (1985), ao trabalharem com sistema de plantio direto e cobertura permanente do solo, concluíram que as práticas de manejo que visam a proteção do solo com resíduos de plantas condicionam uma acentuada recuperação da fertilidade e, conseqüentemente, um ambiente favorável ao desenvolvimento das plantas cultivadas. Além disso, os sistemas de manejo com cobertura permanente e plantio direto proporcionam menores variações horárias na temperatura do solo em relação ao preparo convencional. Às 14h, as temperaturas frequentemente excederam a 40°C no preparo convencional e foram sempre inferiores a 35°C e 30°C no plantio direto e cobertura permanente.

Ceddia et al (1999), observaram que no sistema cana queimada a degradação das propriedades físicas do solo é evidenciada pela redução do diâmetro médio dos agregados estáveis e pelo aumento da densidade do solo na profundidade de 0-5 cm, com conseqüente diminuição da velocidade de infiltração instantânea da água no solo.

Gomes Jr. et al. (1996), ao compararem área com mata nativa e área adjacente cultivada de forma convencional com cana-de-açúcar por 25 anos, em média, com relevo plano e acidentado, evidenciaram haver nas áreas de cultivo perda de aproximadamente 40% no teor de matéria orgânica e decréscimo de 25% na CTC, nas áreas planas e acidentadas; redução na saturação de bases e aumento na saturação de alumínio nas áreas acidentadas; e aumento na densidade do solo nos dois tipos de relevo. Segundo Silva et al. (1997), as reduções nos teores de matéria orgânica variaram de 41 a 80%, em apenas cinco anos de cultivo.

Berner et al. (1995), trabalhando em áreas cultivadas a mais de cinquenta anos, verificaram que no sistema cana crua sem adubação e renovação, o teor de carbono orgânico, a soma de bases trocáveis e os valores de pH foram superiores quando comparados ao sistema cana queimada com manejo convencional.

Ceddia (1996) verificou que o aperfeiçoamento da eficiência de corte é o principal fator a ser alcançado no sentido de tornar o sistema cana crua mais atrativo para o produtor. O autor verificou uma eficiência de corte de 40% da colheita da cana crua em relação a cana queimada, além de verificar que o custo de colheita representa a maior parte do custo total. Esse mesmo autor não verificou diferenças na qualidade do caldo e da cana, ao confrontar os sistemas cana crua e cana queimada.

2.4.2 Tabuleiros Costeiros

Os tabuleiros costeiros são originados de sedimentos do terciário-quaternário detríticos e distribuem-se por quase toda faixa costeira do Brasil, desde o Estado do Amapá até o Estado

do Rio de Janeiro, estendendo-se até o vale do Rio Paraíba do Sul, no Estado de São Paulo, limitam-se na parte ocidental, com os morros do cristalino, e na parte oriental com a baixada litorânea. Estima-se que no Brasil, as áreas de tabuleiros abrangem extensão de 200.000 km² (Jacomine, 1996).

Os principais solos do ecossistema dos tabuleiros (Latosolos Amarelos e Argissolos Amarelos) caracterizam-se como profundos, ácidos, álicos, com baixa capacidade de troca catiônica, pouca diferença morfológica entre os horizontes e presença freqüente de horizontes coesos. Porém, este ecossistema possui uma grande importância social e econômica pelas grandes concentrações urbanas, pela diversidade de exploração agrícola, por possuir uma ampla infra-estrutura de transporte rodoviário e terminais marítimos para escoamento da produção e por abrigar grande parte da mata atlântica existente no país. (Rezende, 2000). A situação geográfica em que se encontram, próximos dos principais centros de consumo do país (faixa costeira) e o relevo plano e suave ondulado destacam-se como principais fatores responsáveis pelo uso intensivo dos solos de tabuleiro brasileiros (Nascimento, 2001). Estas características geográficas, associadas às condições de relevo, contribuíram para o uso intensivo deste ecossistema e sua conseqüente destruição (Nascimento, 2001). Este é um ecossistema continuamente ameaçado de degradação (Rezende, 1996).

A utilização dos solos de tabuleiro para fins agrícolas, apesar de características topográficas favoráveis, requer atenção do produtor no tocante às características intrínsecas do solo e de condições de clima local (Nascimento, 2001). A alternância continuada de período seco prolongado com um período de chuvas intensas e calor sobre um solo pouco protegido impõe a estes solos um processo acelerado de erosão e lixiviação, ou seja, acelera o processo de degradação destes solos (Nascimento, 2001). De acordo com Rezende (2000), a ocupação dos solos dos tabuleiros costeiros, semelhantes ao que aconteceu na maioria das áreas agrícolas, ocorreu sem o devido respaldo da pesquisa. A exploração dos solos de tabuleiro com a monocultura da cana-de-açúcar, principalmente devido à prática da queima para facilitar a operação de colheita, tem levado a uma aceleração do processo de degradação (Silva e Ribeiro, 1997).

Para as áreas de tabuleiro da região Norte Fluminense tendo como material de origem os sedimentos Barreiras, os solos de tabuleiro tem como principais características: baixo conteúdo de óxidos de ferro e alumínio, ausência de minerais primários intemperizáveis, predomínio de caulinita na mineralogia da fração argila e predomínio de quartzo na mineralogia da fração areia Nascimento (2001). Por influência destas características os solos de tabuleiro são considerados de baixa fertilidade natural; baixa capacidade de retenção de água; além disso, oferecem impedimentos físicos ao desenvolvimento radicular, decorrentes do caráter coeso (Anjos, 1985).

A baixa produtividade agrícola observada em áreas de tabuleiro de todo o Brasil tem sido atribuída, principalmente, a baixa fertilidade natural destes solos, seguida das condições de clima e manejo inadequado (Nascimento, 2001). As atuais técnicas de manejo da cultura de cana-de-açúcar tem caminhado em direção oposta à da manutenção dos níveis de matéria orgânica do solo. Na região dos tabuleiros de Campos dos Goytacazes (RJ), após 30 anos de cultivos subseqüentes com cana-de-açúcar, a produtividade média está na ordem de 40 t ha⁻¹, contra uma média de 80 t ha⁻¹ em outras áreas menos degradadas (Azeredo, 1994).

2.4.3 Análise de Crescimento da Cultura

O crescimento caracteriza-se por aumento irreversível de tamanho e/ou peso e tem caráter quantitativo. O termo desenvolvimento é mais abrangente e envolve todas as mudanças qualitativas (diferenciação) e quantitativas (crescimento) experimentadas pela planta durante o seu ciclo (Oliveira et al., 2002).

Do ponto de vista agrônomo, atende àqueles pesquisadores que estão interessados em conhecer diferenças funcionais e estruturais entre cultivares de uma mesma espécie, de forma a poder selecioná-las para melhor atender aos seus objetivos ou mesmo aplicá-los em programas de melhoramento genético. Da mesma forma, a análise de crescimento pode ser muito útil no estudo do comportamento vegetal sob diferentes condições ambientais, incluindo condições de cultivo, de forma a também selecionar cultivares ou espécie que apresente características funcionais mais apropriadas aos objetivos do experimentador. Entre as diferentes condições ambientais, além das variáveis físicas e químicas inclui-se a ocorrência das chamadas “plantas daninhas”, cujo nível de competitividade pode interferir no crescimento e desenvolvimento das plantas de interesse econômico (Oliveira et al., 2002).

Neste trabalho foi utilizado o método clássico e funcional de análise de crescimento, onde é efetuado o ajuste das variáveis de crescimento de plantas individualmente e de comunidades vegetais utilizando funções matemáticas (Hunt, 1978), Pereira e Machado (1987).

Explicar matematicamente a tendência do crescimento vegetal constitui importante subsídio para o desenvolvimento das ciências biológicas (França, 1995). Vários modelos matemáticos foram adotados ou formulados com esta finalidade (Hunt, 1981). Normalmente, para o ajuste de funções de crescimento utiliza-se o método da regressão linear, que estima os parâmetros através de processos de mínimos quadrados, ou o método da regressão não linear, que estima os parâmetros através de processos iterativos acoplado ao procedimento de mínimos quadrados (Calbo et al., 1989a). Essas funções apresentam crescimento absoluto positivo, mas com incrementos que declinam com o correr do tempo (Croxtton e Cowden, 1952). O ideal seria a seleção de uma função suficientemente complexa para descrever os dados originais, mas ao mesmo tempo simples para permitir seu manuseio matemático (Pereira e Machado, 1987). Assim, optou-se por trabalhar com os modelos lineares com as funções exponenciais polinomiais do 2º e 3º grau.

A função exponencial polinomial constitui-se numa exponencial limitada parabolicamente (França, 1995). Polinômios de grau elevado podem apresentar excelente ajuste, mas muitas vezes tem significado biológico de difícil compreensão, mas as expressões quadráticas e cúbicas podem ser adequadamente utilizadas sem maiores restrições (Hunt, 1981). No caso particular da massa seca (W) se ajustar a uma função exponencial com limitação quadrática ou cúbica sua forma geral é:

$$y = e^{a+bt+ct^2} \quad \text{e} \quad y = e^{a+bt+ct^2+dt^3} \quad (1)$$

E sua linearização é simples:

$$\ln y = a + bt + ct^2 \quad \text{e} \quad \ln y = a + bt + ct^2 + dt^3$$

Sendo $Y(W)$ a série observada de dados a , b , c e d coeficientes ajustados por regressão linear múltipla, através do método dos mínimos quadrados (França, 1995).

A derivação da equação exponencial polinomial em relação ao tempo, segue a regra geral (Araujo, 1992):

$$\frac{d(e^{h(x)})}{dx} = h'(x).e^{h(x)}$$

Utilizando como exemplo a função exponencial com limitação polinomial quadrática, as taxas de crescimento absoluto são obtidos por:

Onde: a , b , c são coeficientes estimados por regressão linear, tem-se que, a um dado instante de tempo (t), a sua derivada primeira (TCA) vale:

$$TCA = \frac{dW}{dT} = (b + 2ct).e^{a+bt+ct^2}$$

A derivação do polinômio cúbico segue o mesmo princípio, ou seja:

A taxa de crescimento absoluto de uma planta é definida como a variação da massa seca da planta (W) por unidade de tempo (T), e seu valor médio em um intervalo de tempo é obtido por:

$$\overline{TCA} = \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1}$$

E seu valor instantâneo é (Radford,1967):

$$TCA = \frac{dW}{dT} \quad (\text{g.dia}^{-1}) \quad (2)$$

2.5. MATERIAL E MÉTODOS

2.5.1 Descrição da Área Experimental

Este trabalho foi realizado em área cedida pela Linhares Agropecuária S.A. no município de Linhares - Estado do Espírito Santo, situado entre os paralelos 19°06' e 19° 18' de Latitude Sul e os meridianos 39° 45' e 40° 19' de Longitude Oeste. A altitude local é de 28,0 m.

De acordo com a divisão regional do Estado, o município de Linhares faz parte da zona fisiográfica denominada Baixo Rio Doce (EMBRAPA/SNLCS, 1978). Esta região se caracteriza pela ocorrência de extensas áreas de relevo suave ondulado onde uma série de baixos platôs compõem o chamado “relevo tabuliforme”. Os declives raramente são superiores a 3%.

O clima da região corresponde na classificação de Köppen ao tipo AW, ou seja, clima tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. O período mais quente do ano é constituído pelo trimestre janeiro-fevereiro-março, podendo incluir o mês de dezembro. O período mais frio se estende de julho a agosto. O mês de dezembro caracteriza-se pelo mais chuvoso e o de agosto pelo mais seco. A vegetação primária remanescente na região é representada pela Floresta Tropical Subperenifólia.

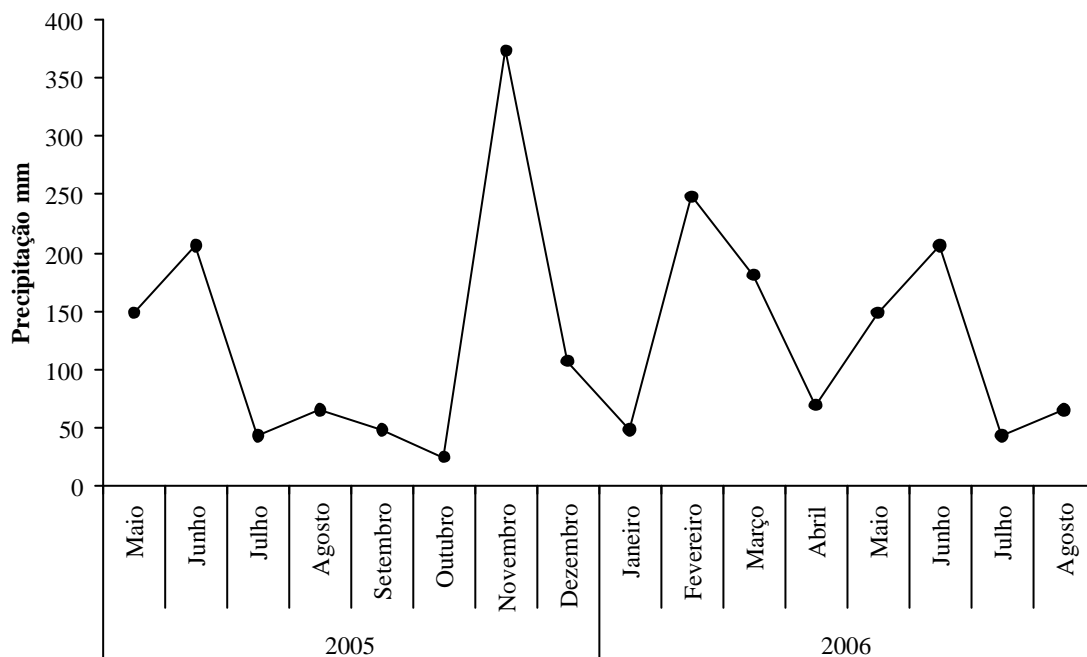


Figura 1: Variação de pluviosidade média mensal em Linhares-ES, no período 2005-2007 (Fonte: LASA, 2007).

O experimento foi instalado no dia 17 de maio de 2005, numa área de tabuleiro em solo classificado como Argissolo amarelo textura arenosa/média (Ravelli Neto & Lima, 1987).

2.5.2 Variedade de Cana-de-açúcar Utilizada

A variedade de cana-de-açúcar utilizada foi a RB867515, A suas características agronômicas são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Características agronômicas da variedade de cana-de-açúcar RB867515 (PMGCA,2007).

Características:

Brotação:

- Cana-planta:... muito boa
- Cana-soca - colh. man. queimada:... boa
- Cana-soca - colh. mec. crua:... boa

Perfilhamento:

- Cana-planta:... baixo
- Cana-soca:... médio

Velocidade de crescimento:... rápido

Porte:... alto

Hábito de crescimento:... ereto

Fechamento entrelinhas:... bom

Tombamento:... eventual

Produção agrícola:... alta

Maturação:... média

Teor de açúcar:... alto

Teor de fibra:... médio

PUI:... longo

Floração:... eventual

Chochamento:... pouco

Adaptabilidade:... ampla

Estabilidade:... boa

Resistência à seca:... média

Herbicidas:... tolerante

Época de corte:... ago a nov

Densidade do colmo:... alta

Despalha:... boa

Ambiente para a produção:... sem restrição

Doenças e Pragas:

Carvão:... resistente

Escaldadura:... resistente

Ferrugem:... resistente

Estrias vermelhas:... intermediária

Falsa estrias vermelhas:... intermediária

Mosaico:... resistente

Podridão abacaxi:... resistente

Nematóides:... intermediária

Complexo broca-podridão:... resistente

Destaques:

- Crescimento rápido com alta produtividade agrícola.
- Apresenta alto teor de sacarose, com curva de maturação semelhante a da RB72454.
- Ótima brotação das socas, mesmo colhidas sem queima.
- Boa opção para plantio como cana-de-ano.

Observações para manejo:

- Utilizar em ambientes de médio a baixo potencial de produção, para colheita do meio de safra em diante.
- Não deve ser plantada em solos argilosos de boa fertilidade onde pode ocorrer ataque de estrias vermelhas.
- Quebra de palmito em épocas de intensa vegetação, principalmente na periferia dos talhões.
- Ambientes de produção muito favoráveis induzem produtividades agrícolas muito altas e possibilidade de tombamento e atraso na maturação.

2.5.3 Delineamento Experimental

O desenho experimental utilizado para o experimento 1 (figura 2), para análise de crescimento é o de “blocos ao acaso” com parcelas subdividas ou split plot com 6 repetições.

Os experimentos em parcela subdividida, consistem em um tipo especial de casualização, cuja característica principal é que as parcelas, onde são alocados os níveis de um fator A, são divididas em subparcelas, que recebem os níveis de outro fator B. Os níveis do fator A alocados nas parcelas são denominados tratamentos principais e os níveis do fator alocados nas subparcelas (fator B), são denominados tratamentos secundários (Garcia, 2001). A casualização de um experimento em parcela subdividida é feita em duas etapas, casualizando-se inicialmente os níveis do fator A, nas parcelas, dentro de cada bloco e posteriormente, os níveis do fator B, nas subparcelas de cada parcela (Garcia, 2001). Portanto, para manejo como parcelas, e épocas como subparcelas, o modelo estatístico é:

$$y_{ijk} = \mu + p_i + b_j + e_{ij} + s_k + ps_{ik} + e_{ijk}$$

Onde:

μ é a média geral;

p_i é o efeito do fator parcela, com os níveis $i = 1, 2, \dots, I$;

b_j é o efeito de blocos, com $j = 1, 2, \dots, j$;

e_{ij} é o erro em nível de parcela (int. manejo x bloco);

s_k é o efeito do tratamento subparcela, com $k = 1, 2, \dots, K$;

ps_{ik} é o efeito da interação de tratamentos $p \times s$;

e_{ijk} é o erro experimental em nível de subparcelas (int. manejo x época x bloco).

Para aporte de matéria orgânica item 2.5.10 e rendimento da cana-de-açúcar item 2.5.11 o delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com 6 repetições. Assim, para manejo como tratamento, o modelo estatístico é:

$$y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$$

Onde:

μ é a média geral;

t_i é o efeito do fator tratamento, com os níveis $i = 1, 2, \dots, I$;

b_j é o efeito de blocos, com $j = 1, 2, \dots, j$;

e_{ij} é o erro.

Em experimentos de níveis crescentes (coletas), a variância dos parâmetros em estudo altera-se caracterizando uma situação conhecida estatisticamente como heterocedastia (Araújo, 1995). Esta é uma situação comum em experimentos de análise de crescimento, onde a média e a variância dos dados originais aumentam com o tempo (Araújo, 1995). Os dados foram submetidos ao teste de Bartlett (pode ser usado para populações de igual tamanho ou de tamanhos diferentes), para verificação da distribuição heterocedástica dos erros, pois essa distribuição diminui a precisão do teste F (Neter & Wasserman, 1974), porque ocorrerá perda de eficiência na estimação dos efeitos de tratamentos e haverá, também, uma perda de sensibilidade nos testes de significância (França, 2005). Quanto maiores forem as diferenças na variância, maiores serão estas perdas (Zimmermann, 1987). Os dados foram também submetidos ao teste de Lilliefors pois é o mais utilizado na estatística experimental, para verificar se os dados seguem a Distribuição Normal, para atender a pressuposição de normalidade (Garcia, 2001). Sendo os dados transformados, quando necessário, com a aplicação do logaritmo natural, na tentativa de tornar essa distribuição homocedástica e normal.

Foi realizado o teste de Bartlett e Lilliefors em todos os parâmetros estudados para época e tratamentos.

Os resultados foram submetidos a análise da variância com aplicação do teste F e as médias comparadas entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Os programas computacionais utilizados para realizar as análises foram o SAEG, SISVAR e EXCEL.

2.5.4 Tratamentos

Os tratamentos para o experimento 1, foram arranjados em parcelas subdividas sendo quatro parcelas (manejo), seis subparcelas (épocas) e seis repetições.

Experimento 1: Segunda renovação do canavial.

A área experimental foi submetida a sete ciclos de cultivo de cana-de-açúcar, implantada com cultivo mínimo do solo, em um experimento onde os principais tratamentos eram colheita sem queima (Cana crua) e com queima da palhada (Cana queimada) antes da colheita e as combinações de cana Crua-queimada e cana Queimada-crua.

Tratamentos:

Tratamento 1: área anteriormente com sistema de Cana crua.

Tratamento 1A: área renovada com Cana crua (Crua-crua);

Tratamento 1B: área renovada com Cana queimada (Crua-queimada).

Tratamento 2: área anteriormente com sistema de Cana queimada;

Tratamento 2A: área renovada com Cana crua (Queimada-crua);

Tratamento 2B: área renovada com Cana queimada (Queimada-queimada).

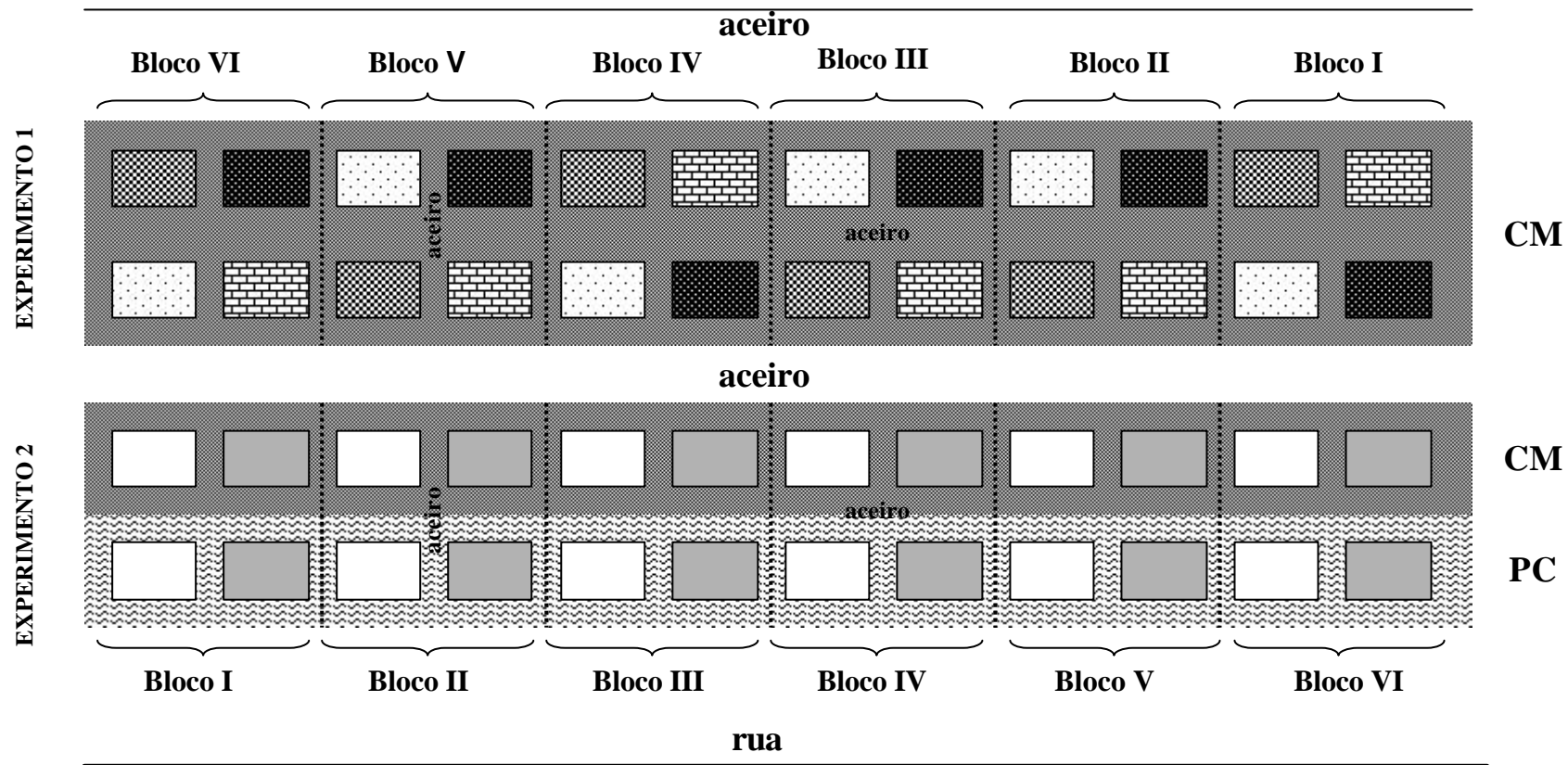
A adubação foi uniforme para todas as áreas sendo aplicados no plantio 400 kg da formulação 05-20-20 e na soca 400 kg da formulação 20-00-20 de NPK.

O cultivo mínimo consiste na destruição da soqueira com a utilização de herbicidas e abertura de sulcos para o plantio sem o prévio revolvimento do solo.

A colheita de cana crua consiste na despalha manual, na qual o cortador remove com o podão as folhas do colmo, seguindo-se o corte do pé e da ponta (palmito ou ponteiro). Esse material, após a colheita, é espalhado uniformemente na área. Na colheita de cana queimada, o fogo é ateado previamente em todo o perímetro da área, de tal forma que o seu término se processe na parte central da mesma. A seguir faz-se o corte como descrito anteriormente.

3.5.5 Parcelas

O experimento 1 (figura 1) constou de seis blocos, sendo cada bloco composto de duas parcelas, com área de 580,8m² cada parcela. A parcela continha 11 linhas com 44,0 m de comprimento e espaçadas de 1,2 m. Foram consideradas como bordadura duas linhas de cada lado da parcela. Cada parcela era composta de duas sub-parcelas. A sub-parcela continha 22,0 m de comprimento (290,4 m²).




-  queimada-queimada
-  queimada-crua
-  crua-crua
-  crua-queimada
-  queimada
-  crua

Figura 2. Croqui dos experimentos: Experimento 1, cana Crua-crua, Crua-queimada, Queimada-crua e Queimada-queimada, sob cultivo mínimo. Experimento 2, Cana crua, Cana queimada, sob preparo convencional (PC) e cultivo mínimo (CM).

2.5.6 Análise de Crescimento da Cultura

Com a finalidade de detectar diferenças nos ritmos de crescimento da cultura foram realizadas análises bimestralmente, sendo elas as determinações de número de perfilhos, altura do colmo, e diâmetro dos colmos a 10 cm do solo em 2m de comprimento por parcela, na 6ª linha útil.

Dentre os vários modelos propostos (Hunt, 1981), optou-se por trabalhar com os modelos exponencial quadrático e cúbico de melhor compreensão fisiológica.

Foram ajustadas funções para tratamento com repetições para dados de altura, diâmetro e número de plantas, em função do tempo (DAP). O ajuste das funções foi feito após a transformação dos dados experimentais, através de logaritmo natural, a fim de minimizar o efeito da heterocedastia (Neter e Wasserman, 1974)

Para o ajuste das funções exponenciais polinomiais foi utilizado o software estatístico SAEG.

Adotou-se o método funcional da análise de crescimento pelas suas vantagens em relação ao método da integração (Pereira e Machado, 1987). Neste método, as amostragens podem ser mais frequentes nos períodos de maior interesse do pesquisador e não precisam ser simultâneos em tratamentos diferentes (França, 1995). É possível usar dados de coletas obtidas a qualquer intervalo de tempo e não apenas entre duas coletas consecutivas, e erros de amostragem podem ser superadas pelas funções. O método funcional permite a obtenção de valores instantâneos para os parâmetros de crescimento, enquanto o método integral fornece médias por intervalo de tempo (França, 1995).

Os parâmetros de ritmo de crescimento da cultura foram calculados por extensão das fórmulas clássicas (Evans, 1972) ou funcionais (Hunt, 1978) da análise de crescimento. Baseadas em altura, diâmetro do colmo e número de colmos. A partir da função mais adequada para descrição de altura em função do tempo, derivou-se a taxa de alongação da cultura (Ramesh, 2000).

Tabela 2. Número de avaliações, dias após plantio (DAP), e data das amostragens realizadas. LASA, Linhares-ES, UFRRJ, 2005-2006.

Nº da avaliação	Dias após plantio (DAP)	Data
plantio	-	17/5/2005
1 ^a	163	27/10/2005
2 ^a	232	4/1/2006
3 ^a	296	9/3/2006
4 ^a	357	6/5/2006
5 ^a	426	14/7/2006
6 ^a	457	14/8/2006*

* Última avaliação com a colheita do experimento.

2.5.7 Amostragem das Plantas

A leitura dos dados biométricos das plantas foram feitas em número de 6 e com intervalos de 2 meses após a renovação do canavial (DAP), onde a primeira coleta foi realizada aos 163 DAP (Tabela 2). Através da coleta dos dados de dez plantas previamente identificadas nas sub-parcelas. As seguintes aferições foram realizadas:

Estatura média de colmo: mensurado com o auxílio de uma régua graduada de 1 m, medido do nível do solo até a primeira aurícula visível, classificada como folha +1.

Diâmetro médio da base dos colmos: mensurado com o auxílio de um paquímetro. Cada valor da escala correspondeu a um diâmetro (mm). A medição foi realizada na base dos colmos, rente ao solo.

As plantas foram contadas (número de perfilhos) em cada coleta, sendo a contagem do número de colmos feita nas linhas úteis, em dois metros lineares previamente demarcados e em cada sub-parcela, a fim de se obter a densidade populacional.

As definições dos parâmetros obtidos a partir dos dados biométricos coletados ao longo do ciclo da cultura e suas formas de cálculo são apresentadas a seguir:

2.5.8 Taxa de Elongação da Cultura (TEC)

A taxa de elongação da cultura (TEC), em $m.t^{-1}$, foi calculada pela razão da elongação do colmo (m), no intervalo de tempo entre duas épocas de amostragens, contados em dias de acordo com metodologia utilizada por Ramesh (2000):

$$TEC = \frac{C_2 - C_1}{T_2 - T_1} \quad (m.dia^{-1})$$

Onde: C (Elongação do colmo)- **elongação** (m) no intervalo de duas épocas de amostragens.

2.5.10 Aporte de Matéria Orgânica

Foi quantificado a matéria orgânica adicionada ao sistema, através da palhada (folhas) e dos ponteiros deixados no campo. Sendo considerado palhada ou folha todas as folhas aderidas ao colmo secas e verdes até o palmito, já o ponteiro como sendo o ponto de quebra, ou seja, onde geralmente o cortador desponta a cana. O peso fresco das folhas e dos ponteiros foi estimado através de sua pesagem, em 3 linhas úteis onde se colhia em 2 linhas com 2 metros lineares cada em 10m a direita e outros 10m a esquerda, em cada parcela, ou seja, em duas áreas de 4,8 m^2 , com area total de 9,6 m^2 , em cada parcela, imediatamente após o corte antes de queimar, para poder separar a palhada o ponteiro e contabiliza-la (figura 16).

2.5.11 Quantificação do Rendimento da Cana-de-açúcar

Por ocasião da colheita da cana planta, foram coletados dados referentes a massa dos colmos. Para a amostragem foram alocadas as áreas conforme citado para palhada e ponteiros, sendo colhido, pesado todo o material vegetal dos 4m lineares.



Figura 3: Colheita manual sem queima da cana-de-açúcar.



Figura 4: Colheita manual com queima da cana-de-açúcar.

2.6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.6.1 Variância Amostral dos Parâmetros Estudados

Como informado se procurou avaliar neste trabalho as variâncias de cada parâmetro em cada período amostral, a fim de detectar as populações homocedásticas ou heterocedásticas, previamente à análise estatística. As tendências observadas foram de aumento progressivo das variâncias com o tempo para todos os parâmetros, principalmente para a variável número de colmos. Configurando a heterocedastia para o parâmetro número de perfilhos e TCH como demonstrado pelo coeficiente B do teste de Bartlett (tabela 3). Somente para os dados de altura e diâmetro foi conseguida a homogeneidade entre variâncias. Para os dados número de perfilhos e TCH após a transformação em logaritmos naturais (tabela 4) se alcançaram a homogeneidade entre variâncias verificados pelo valor B de 7,815, o que pode ser considerado satisfatório. Nota-se a drástica redução neste coeficiente, ocorrida após a transformação de todos os dados para todos os parâmetros estudados.

Tabela 3. Variância amostral dos dados originais de altura, diâmetro e número de colmos, durante o período experimental.

coletas	S ² altura	S ² diâmetro	S ² n° de colmos	S ² tch
1	0,004	0,043	35,462	
2	0,028	0,044	24,601	
3	0,055	0,031	11,679	
4	0,047	0,023	10,071	
5	0,066	0,024	19,297	
6	0,021	7,58	573,36	139,09

Coeficiente B do teste de Bartlett; valores superiores a 7,815, indicam heterogeneidade das variâncias.

Tabela 4 Variância amostral dos dados de altura, diâmetro e número de colmos, após a sua transformação em logaritmos naturais, durante o período experimental.

coletas	S ² altura	S ² diâmetro	S ² n° de colmos	S ² tch
1	0,031	0,019	0,019	
2	0,032	0,008	0,026	
3	0,050	0,005	0,021	
4	0,017	0,004	0,016	
5	0,017	0,004	0,023	
6	0,003	0,013	0,013	0,014

Coeficiente B do teste de Bartlett; valores superiores a 7,815, indicam heterogeneidade das variâncias.

2.6.2 Escolha do Modelo Matemático

Os coeficientes de variação obtidos para os dados originais (dados não apresentados) mantiveram-se em níveis baixos, e os coeficientes obtidos para os dados transformados e encontrados em cada tabela de variância.

Os valores dos coeficientes de determinação (R^2) obtidos para cada modelo matemático testado para os dados de altura, diâmetro e número de colmos são apresentados na Tabela 5. Estes coeficientes são comparáveis, pois se baseiam em modelos ajustados a dados ln transformados. Observa-se que todos os coeficientes são elevados e altamente significativos ($P < 0,001$) pelo teste F, a curva exponencial polinomial do 3º grau apresentou as mais elevadas correlações. O modelo exponencial polinomial de 2º grau apresentou as menores correlações para todos os parâmetros estudados.

A tabela 6 apresenta os coeficientes das regressões obtidos para os modelos exponenciais polinomiais do 2º grau e do 3º, para cada parâmetro estudado.

Em primeira análise, adotou-se o modelo exponencial polinomial do 3º grau para a descrição do crescimento vegetal. As figuras em geral estimam através dos dois modelos os parâmetros estudados, o que confirma esta justificativa, observando-se uma melhor aderência visual do modelo do 3º grau às médias experimentais obtidas. Observa-se que o modelo do 2º grau quando não subestimam, superestimam as médias experimentais, fato este aliado aos seus menores coeficientes de determinação, contribuiu para a sua eliminação. Situação semelhante foi encontrado por França (1995).

Tabela 5. Coeficientes de determinação (R^2) de cada modelo matemático testado para parâmetros de altura, diâmetro e número de colmos.

	Exp. 2º grau	Exp. 3º grau
Crua crua		
Altura	0.955256	0.969737
Diâmetro	0.945253	0.996812
Número de colmos	0.888137	0.906635
Crua queimada		
Altura	0.948764	0.972647
Diâmetro	0.898950	0.984219
Número de colmos	0.803356	0.954802
Queimada crua		
Altura	0.969086	0.98555
Diâmetro	0.918693	0.994365
Número de colmos	0.879335	0.895190
Queimada queimada		
Altura	0.93985	0.965689
Diâmetro	0.845400	0.968200
Número de colmos	0.895627	0.964976

Tabela 6. Coeficientes obtidos para os modelos matemáticos exponencial polinomial de 2° e 3° graus, para parâmetros de altura, diâmetro e número de colmos.

Manejo	Coeficiente	Altura	Diâmetro	Número de colmos
Crua crua				
Exp. 2° grau	a	-3,44174	-0,595901	5,23977
	b	0,0185077	0,00807677	-0,011716
	c	-2,07114E-05	-1,08303E-05	1,60219E-05
Exp. 3° grau	a	-6,28919	-2,06408	6,47533
	b	0,0504274	0,024535	-0,0255666
	c	-0,000131042	-6,77185E-05	6,38965E-05
	d	1,19195E-07	6,14591E-08	-5,17209E-08
Crua queimada				
Exp. 2° grau	a	-3,5655	-0,373153	5,08304
	b	0,0199449	0,00712751	-0,0105337
	c	-2,33684E-05	-9,74815E-06	1,45957E-05
Exp. 3° grau	a	-7,13372	-1,97639	8,28051
	b	0,0599428	0,0251001	-0,0463764
	c	-0,00016162	-7,18709E-05	0,000138485
	d	1,49361E-07	6,71139E-08	-1,33845E-07
Queimada crua				
Exp. 2° grau	a	-3,96677	-0,813842	5,34529
	b	0,0217609	0,00966426	-0,012332
	c	-2,52671E-05	-1,31629E-05	1,70276E-05
Exp. 3° grau	a	-7,26401	-2,86468	6,51978
	b	0,0587267	0,0326533	-0,0254985
	c	-0,000153044	-9,26237E-05	6,25379E-05
	d	1,38041E-07	8,58455E-08	-4,91663E-08
Queimada queimada				
Exp. 2° grau	a	-3,34111	-0,343713	5,01864
	b	0,0187615	0,0072615	-0,0105419
	c	-2,14944E-05	-9,97441E-06	1,46208E-05
Exp. 3° grau	a	-7,02524	-2,33461	7,06255
	b	0,0600577	0,0295788	-0,0334533
	c	-0,000164233	-8,71138E-05	9,38136E-05
	d	1,5421E-07	8,33377E-08	-8,55562E-08

2.6.3 Análise de Crescimento

2.6.4 Altura dos Colmos

A altura total dos colmos apresentou aumentos desde a primeira até a última coleta (figura 5). Resultados similares foram encontrados por Rossiello (1987) e Souza (1987). Apresenta curvas de crescimento de formato sigmoidal (figura 5), como encontrado na literatura (Alvarez & Castro, 1999; Irvine, 1983). Para todos os tratamentos o crescimento é lento e prolongado (Alvarez & Castro 1999), em cana planta. Mas os valores estatisticamente significativos maiores (tabela 7) são em cana Queimada-queimada nas coletas 1 e 2. Portanto, a cana de açúcar encontrou, nesses intervalos de tempo, condições ambientais que favoreceram a alongação dos entrenós, uma vez que o número de nós é associado ao desenvolvimento cronológico da planta (Silva, 2000). Desta maneira, na cana Queimada-queimada vários nutrientes estão mineralizados e prontamente disponíveis após a queima da palhada do canavial como K, P, Ca, Mg, B, Mo, etc., apesar da perda de $10 \text{ t.ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ de palha, que contém diversos nutrientes, como N, S e C (Urquiaga et al., 1997; Resende et al., 2006a e b). Ainda, a manutenção da palhada reduz a temperatura do solo e favorece a manutenção da umidade do solo Oliveira (2001), sendo um dos gradientes que podem ter influenciado bastante tal comportamento, por variar facilmente com a cobertura. Valores significativos menores (tabela 7) foram encontrados em cana Queimada-crua na 1ª, Queimada-crua e Crua-crua na 2ª coleta, uma vez que deixa de ocorrer a perturbação da queima, esta afeta o ritmo de crescimento inicial, devido à resistência física oferecida pela palhada deixada sobre o solo. Pode, ainda, estar afetando a população de macro/mesorganismos e microorganismos, promovendo mudanças na dinâmica dos nutrientes e a partir da competição pelos mesmos com a planta (Mendonza et al., 2000). Assim, a cana Queimada-crua apresenta um crescimento mais lento inicialmente. Porém, entre os 296 e os 357 DAP não há diferenças entre os tratamentos (tabela 7). Ocorreu uma queda no ritmo de crescimento da altura dos colmos em todos os tratamentos entre a 4ª e 5ª coleta, fato este, promovido por redução da pluviosidade nesse período. Em seguida, retomam seu crescimento influenciados pelo discreto aumento da precipitação (figura 1).

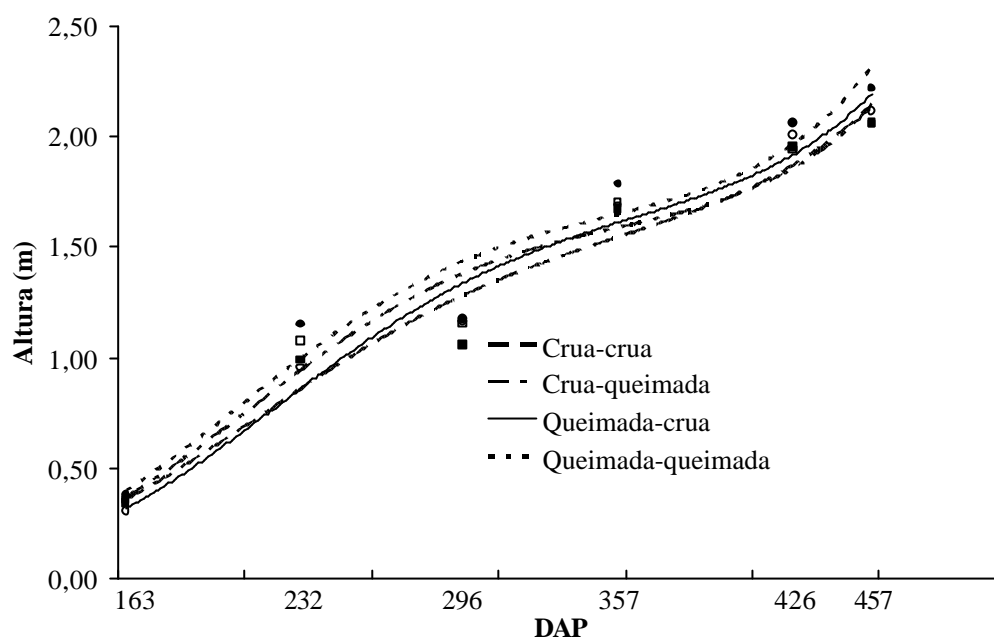


Figura 5. Altura dos colmos, a partir de 6 coletas e 4 tratamentos de manejo de cana-de-açúcar: Crua-crua, Crua-queimada, Queimada-crua, Queimada-queimada.

Tabela 7. Médias da altura das plantas (m) por época de coleta da cana planta. Média de seis repetições.

Coletas	Altura								Total	
	Crua cruva		Crua queimada		Queimada cruva		Queimada queimada			
1*	0,34	ab	0,35	ab	0,31	b	0,38	a	0,34	F
2	0,99	b	1,08	ab	0,96	b	1,15	a	1,04	E
3	1,06	a	1,16	a	1,16	a	1,18	a	1,14	D
4	1,67	a	1,71	a	1,69	a	1,79	a	1,71	C
5	1,96	a	1,94	a	2,01	a	2,07	a	1,99	B
6	2,07	a	2,06	a	2,12	a	2,22	a	2,12	A

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si estatisticamente, minúsculas na horizontal e maiúsculas na vertical, pelo teste de Duncan ($\alpha = 0,05$).

* ln transformados

2.6.5 Taxa de Elongação da Cultura (TEC)

A TEC em geral apresentou um intenso aumento da 1ª a 2ª coleta e uma queda brusca a partir da 3ª, e torna a aumentar novamente na 6ª coleta (figura 6). Segundo Glaz et al. (2002) e Ramesh (2000), em condições de alta temperatura e disponibilidade de água o crescimento da cultura é favorecido. Portanto, as altas taxas de elongação nesses períodos podem ser explicados por coincidir com o período de maiores precipitações e temperaturas das épocas de outubro a março (figura 1). E as quedas em maio a julho, períodos de “inverno”, voltando a subir justamente na época de retomada da elevação da temperatura e precipitação em agosto (figura 1). Ainda segundo (Ramesh, 2000) a redução da TEC é ocasionada pelo aumento do auto-sombreamento durante o período de maturação. Sendo realmente o período de estímulo à

maturação nesta região, devido aos menores índices pluviométricos e menores temperaturas, a quais estimulam a maturação.

Os tratamentos cana queimada-queimada, crua-queimada crua-crua e queimada-crua apresentaram as mesmas taxas (figura 6). Não há diferença significativa entre os tratamentos, pois é a mesma variedade e a TEC está ligada com o período de maturação, o que torna mais difícil esta separação somente com o efeito dos tratamentos em cana planta. Assim, inicialmente o tratamento Queimada-queimada cresceu mais em altura (tabela 7) e diâmetro (tabela 8), e na terceira coleta a Crua-crua e as demais se igualam com a Queimada-queimada até o final do ciclo confirmado pela tendência da TEC (figura 6) onde ocorre a inversão pela Crua-crua alcançando a altura da Queimada-queimada, correspondendo ao período de menor pluviosidade (figura 1).

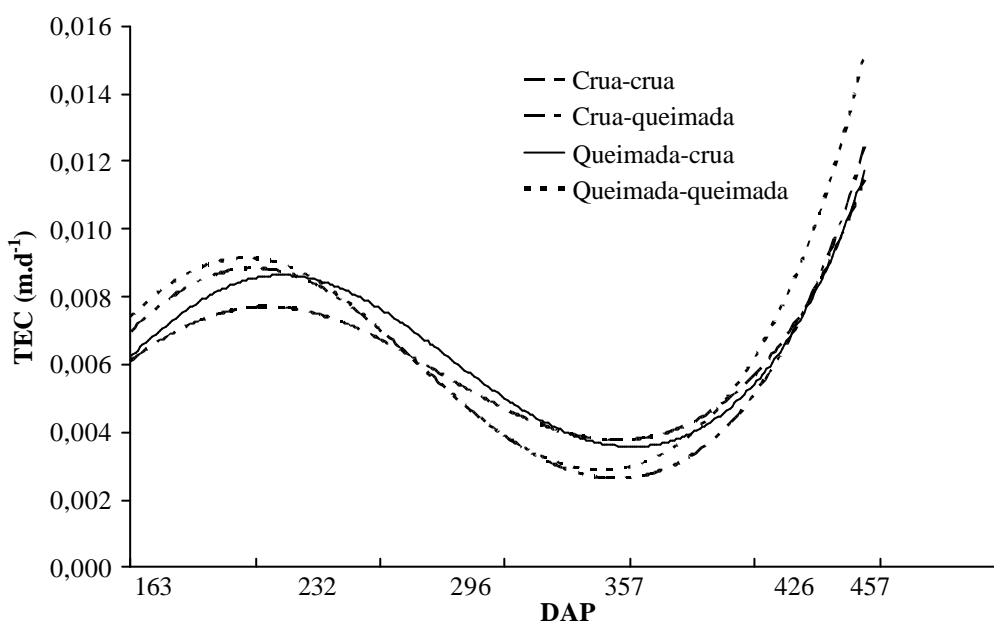


Figura 6. Taxa de alongação dos colmos, a partir de 6 coletas e 4 tratamentos de manejo de cana-de-açúcar: Crua-crua, Crua-queimada, Queimada-crua, Queimada-queimada.

2.6.6 Diâmetro dos Colmos

A análise das curvas de diâmetro de colmos (figura 7) demonstra um crescimento acelerado no início do ciclo para todos os tratamentos e, posteriormente, nota-se uma ligeira queda entre 357 e 426 DAP, concordando com o encontrado por Alvarez & Castro (1999). Comparando-se os dados de cana Crua-crua, Crua-queimada, Queimada-crua e Queimada-queimada, constata-se que houve diferenças a 5% significância. O maior diâmetro foi observado no tratamento cana Queimada-queimada na 1ª e 2ª coleta, e de menor diâmetro pela cana Queimada-crua. Assim, a cana Queimada-crua tem diâmetro inicial menor na 1ª e 2ª coleta (tabela 8) juntamente com a menor altura (tabela 7) nesse mesmo período. Esse efeito parece mostrar pelo diâmetro dos colmos, que na segunda renovação do sistema de Cana queimada para Cana crua, no primeiro ano para cana planta, inicialmente demora mais para se adaptar as novas condições edáficas, onde a adição da palhada favorece o desenvolvimento da microbiota do solo (Silva, 2000; Mendoza, 1996), e conseqüentemente competição por nutrientes. O tratamento Crua-queimada tem comportamento intermediário. Porém, a partir da 3ª coleta não ocorrem diferenças entre os tratamentos. As quedas começam a partir dos 357 DAP (figura 7) ou 4ª coleta (tabela 8) podendo estar relacionadas com a redução da precipitação nesse período. O mesmo foi observado por Alvarez & Castro (1999) aos 308

DAC (dias após corte) no primeiro ano e aos 241 DAC no segundo ano para cana-soca. Estas se encontram na fase da curva onde há queda discreta do diâmetro. Essa diminuição poderia estar relacionada com a constatação de que, sob menor luminosidade, os colmos são mais finos (Camargo, 1968). Segundo Alvarez & Castro (1999), as datas anteriores ao DAC de maiores diferenças de diâmetro, entre cana crua e cana queimada, nos dois anos daquele experimento houve maior auto-sombreamento em cana queimada que em cana crua, mostrado pelos dados de índice de área foliar. Este fato não ocorreu aqui, pois a cana Queimada-queimada foi a que apresentou o maior diâmetro na fase de estabelecimento, portanto, provavelmente a cana Queimada-crua foi a que mais sofreu auto-sombreamento nesta fase de cana planta. Segundo Oliveira (2004) este comportamento foi verificado devido a perda das folhas secas que recobriam o colmo, pois quando se comparou a perda de folhas entre os cultivares estudados, observou-se que a despalha dos colmos teve início no mesmo período.

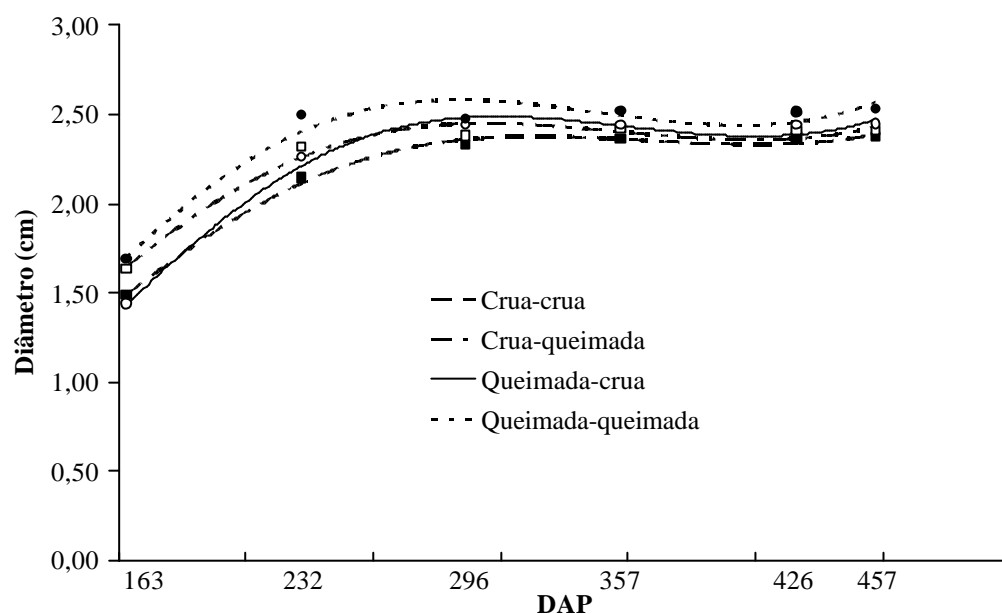


Figura 7. Diâmetro dos colmos, a partir de 6 coletas e 4 tratamentos de manejo de cana-de-açúcar: Crua-crua, Crua-queimada, Queimada-crua, Queimada-queimada.

Tabela 8. Médias por época de coleta e tratamentos do diâmetro (cm) das plantas de cana planta. Média de seis repetições.

Coleta	Diâmetro									
	Crua crua		Crua queimada		Queimada crua		Queimada queimada		Total	
1	1,49	ab	1,63	ab	1,44	b	1,69	a	1,56	C
2	2,14	b	2,32	ab	2,26	b	2,50	a	2,31	B
3	2,33	a	2,38	a	2,44	a	2,47	a	2,41	A
4	2,36	a	2,42	a	2,44	a	2,52	a	2,44	A
5	2,37	a	2,41	a	2,44	a	2,51	a	2,43	A
6*	2,37	a	2,41	a	2,45	a	2,53	a	2,44	A

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si estatisticamente, minúsculas na horizontal e maiúsculas na vertical, pelo teste de Duncan ($\alpha = 0,05$).

2.6.7 Número de Colmos

Para a cana planta, o número máximo de colmos por metro linear, foi obtido nos meses de setembro, outubro e novembro (figura 8). A partir daí esse número começou a cair mais bruscamente até fevereiro e mais lentamente até a colheita em agosto sendo estatisticamente maior na 1ª coleta seguido da 2ª (figura 8). Começou a diminuir mais bruscamente até fevereiro e mais lentamente até a colheita em agosto sendo iguais na 3ª, 4ª e 6ª coleta com aumento na 5ª coleta. Ou seja, de maneira geral foi maior no início do ciclo decaindo após a 3ª coleta (figura 8 e tabela 9). O mesmo comportamento foi observado por Rocha, (1984) sendo que a diminuição no número de colmos começou a ocorrer mais bruscamente até janeiro e mais lentamente até a colheita em julho. Esse efeito é explicado pelo aumento do auto-sombreamento que ocorre no dossel com o avanço do ciclo da cultura (Silva, 2000), (Rossiello, 1987), (Souza, 1995) e (Azeredo, 1997). Ainda segundo Silva (2005), uma explicação para este comportamento de perfilhamento intenso, no início do ciclo, se deve a alta luminosidade disponível e espaço aéreo para exploração das plantas, conforme os primeiros perfilhos vão se desenvolvendo e ocupando maior espaço no solo e no ar, as suas folhas vão sombreando aqueles que brotaram depois, e que são menores, sendo estes primeiros mais eficientes na competição por água e luz, fazendo com que esses mais novos não consigam sobreviver, morrendo antes de se tornarem plantas completas.

A comparação entre o perfilhamento da Cana Crua-crua e Cana Queimada-queimada no presente experimento, não apresentou diferenças significativas. Segundo Alvarez & Castro (1999), ao contrário da suposição de alguns autores que indicaram como desvantagem para a cana crua, a palha como causadora de dificuldade de rebrota (Churchward & Poulsen, 1988) encontraram melhor perfilhamento e brotação de socas de cana crua.

O sistema Cana crua poderia promover falhas de brotação como na Austrália (Silva, 1997). Segundo Campos & Marconato (1994) o sombreamento e diminuição da temperatura promovida pela palha seria desfavorável ao brotamento da cana crua, uma vez que a luminosidade é um dos fatores mais importantes. Normalmente a baixa luminosidade reduz o perfilhamento (Casagrande, 1991), e o perfilhamento aumenta à medida que a temperatura se eleva até um máximo em torno de 30°C (Dillewijn, 1960). Não se confirmaram falhas de brotação com os dados aqui apresentados conforme também observado por (Alvarez & Castro, 1999; Silva, 2000).

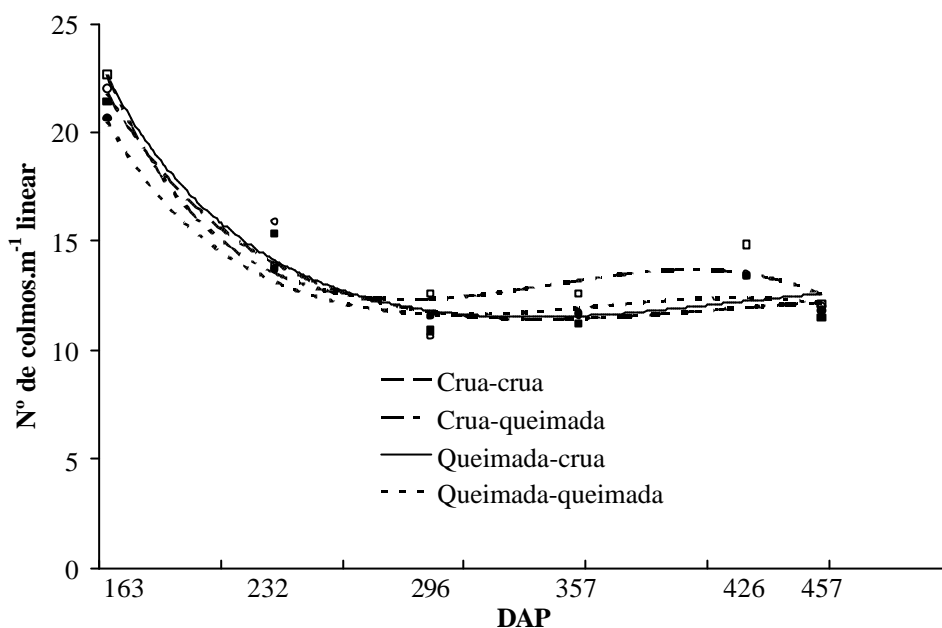


Figura 8. Número de colmos, a partir de 6 coletas e 4 tratamentos de manejo de cana-de-açúcar: Crua-crua, Crua-queimada, Queimada-crua, Queimada-queimada.

Tabela 9. Médias por época de coleta e tratamentos do número de colmos. m⁻¹ linear de cana planta. Média de seis repetições.

Coleta	Nº. de colmos								Total	
	Crua crua		Crua queimada		Queimada crua		Queimada queimada			
1	21	a	23	a	22	a	21	a	22	A
2*	15	a	14	a	16	a	14	a	15	B
3	11	a	13	a	11	a	12	a	11	C
4	11	a	13	a	12	a	12	a	12	C
5*	13	a	15	a	14	a	13	a	14	B
6	12	a	12	a	12	a	12	a	12	C

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si estatisticamente, minúsculas na horizontal e maiúsculas na vertical, pelo teste de Duncan ($\alpha = 0,05$).

* ln transformados

2.6.8 Produtividade

Na tabela 10 são apresentados os dados relativos à fitomassa fresca de colmos folhas e pontas colhida aos 457 dias. Observa-se que o tratamento cana Crua-crua resultou em um rendimento relativo maior em relação aos demais tratamentos, embora não haja diferença estatística significativa entre as produções dos tratamentos como um todo concordando com Souza et al. (2005). Em termos de rendimento relativo (R.R.%), tomando-se o máximo valor Crua-crua como igual a 100%, a produção de Crua-queimada correspondeu a 91,4%, Queimada-crua a 91,7% e a de Queimada-queimada a 88,3%. Ou seja, a manutenção da palhada favoreceu a produção de colmos por hectare, apesar de inicialmente o tratamento Queimada-queimada crescer mais em altura (tabela 7) e diâmetro (tabela 8). A partir da terceira coleta, a Crua-crua e as demais se igualam com a Queimada-queimada até o final do ciclo o que é corroborado pela TEC (figura 6) onde ocorre a inversão pela Crua-crua alcançando a altura daquele tratamento. Outro fato interessante é que não houve redução na produção de colmos pelo tratamento Cana crua, ou seja, mantiveram-se iguais em todos os tratamentos após a segunda renovação do canavial e a implantação do sistema de corte sem queima da palha para cana planta, concordando com os de Silva (2000). Vale ressaltar que, com a queima são perdidos cerca de $10 \text{ t.ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ de palha, que contém diversos nutrientes, dentre os quais se destacam N, S e C (Urquiaga et al., 1997; Resende et al., 2006a e b) e no solo, o sistema radicular contribui com o conteúdo de N e S nas raízes e rizomas que ao final da 2ª soca relacionaram-se positivamente com a produtividade de colmos da soca de cana-de-açúcar na 3ª soca (Vitti, 2007).

Também não houve diferença para a variável folha, mas em nível de rendimento relativo foi maior para a cana Queimada-queimada com 100% e menor para cana Queimada-crua com 82,5%. Esse efeito parece mostrar pela produtividade de folhas, que na mudança do sistema de cana queimada para cana crua, no primeiro ano para cana planta, o canavial demora mais para entrar em senescência. Pois a produção média está em torno de $5,83 \text{ t.ha}^{-1}$, que quando é efetuada a queima do canavial grande parte deste material é retirado do sistema. Assim a cana Queimada-queimada no período de maturação, as folhas velhas, ao receberem pouca intensidade luminosa tendem a senescência (Casagrande, 1991), tendo menor produção de fotoassimilados afetando a produtividade de colmos.

Para a produção de massa fresca de pontas (folhas verdes do topo, normalmente erectas ou mais ou menos erectas), houve diferença significativa entre os tratamentos sendo maior para cana Crua-crua com $15,77 \text{ t.ha}^{-1}$ e a menor em cana Queimada-queimada com $12,88 \text{ t.ha}^{-1}$. Os tratamentos Crua-queimada e Queimada-crua ficaram em níveis intermediários concordando com (Silva, 2000). A segunda renovação do canavial com cana Crua-crua promoveu um aumento significativo desta variável. Uma vez que o material orgânico permanece no sistema através da manutenção dos resíduos sobre o solo com cobertura morta, este auxilia na estruturação do solo, promove a manutenção de nutrientes, incrementa a atividade microbológica do solo (Cerri & Moraes, 1992), aumenta a retenção de água no solo (Souza et al., 2005), promove proteção contra a erosão e controle do desenvolvimento de invasoras (Boddey et al., 1989). A Cana Crua-crua evidencia que quando comparada aos demais tratamentos é a que está com mais estruturas fotossintéticas ativas, podendo manter sua atividade por um período maior, uma vez que aumentos significativos na produção, foram obtidos para a variedade de folhas erectas, pelo aumento da densidade populacional (Casagrande, 1991).

As melhores produtividades na cultura da cana-de-açúcar com queima da palhada, são alcançadas nas safras que se sucedem ao plantio (maior potencial produtivo), quando, então, deverá ser recomendada uma fertilização que supra todas as exigências nutricionais, uma vez

que, nos demais anos, além de baixo vigor da soqueira, surgem, ou se agravam problemas relacionados em nível nutricional, compactação do solo, pragas e doenças (Vitti, 2007).

Vale ressaltar que foi observada a presença de cigarrinhas em todos os tratamentos com a mesma intensidade.

Desta maneira se corrobora que para a obtenção de um contraste significativo a diferença entre o nível superior e o de qualquer outro deve oscilar em torno de 10% (Rossiello,1987). O uso de seis repetições na avaliação final não foram suficientes para a manutenção de um baixo C.V. para TCH, folhas e pontas (tabela 10).

Tabela 10. Produção de colmos (rendimentos absolutos e relativos), folhas e pontas em resposta a quatro sistemas de colheita para a 6ª coleta.

Tratamento	Colmos	R.R %	Folhas	R.R %	Ponteiros	R.R %			
	-----t. ha ⁻¹ -----								
Crua-crua	106,67	a 100	5,87	a 94,4	15,77	a 100			
Crua-queimada	97,50	a 91,4	6,12	a 98,4	14,33	ab 90,9			
Queimada-crua	97,83	a 91,7	5,13	a 82,5	14,07	ab 89,2			
Queimada-queimada	94,17	a 88,3	6,22	a 100	12,88	b 81,7			
Média	99,04		5,83		14,26				

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na vertical, não diferem significativamente, pelo teste de Duncan, ao nível de $p < 0,05$.

C.V. para Colmos t/ha (11,88), Folhas t/ha (20,93) e Pontas t/ha (14,1).

2.7 CONCLUSÕES

De acordo com os dados deste trabalho pode-se concluir que:

Os diferentes sistemas de colheita aplicados após a segunda renovação do canavial (cana-planta) afetaram inicialmente a altura da planta sendo maiores em cana queimada-queimada e menores em queimada-crua, tornando-se semelhantes ao final do ciclo.

Os diferentes sistemas de colheita aplicados após a segunda renovação do canavial (cana-planta) afetaram inicialmente o diâmetro da planta sendo maiores em cana queimada-queimada e menores em queimada-crua, tornando-se semelhantes ao final do ciclo.

O perfilhamento da cana Crua-crua não apresenta diferenças significativas que confirmem a influência negativa da palha na rebrota.

Não ocorreram diferenças na produtividade de folhas em função dos sistemas de colheita adotados.

Houve diferenças na produtividade de ponteiros em função dos sistemas de colheita adotados, sendo maior para a cana Crua-crua e menor em Queimada-queimada.

Não ocorreram diferenças na produtividade de colmos de cana-de-açúcar em função dos sistemas de colheita adotados.

3. CAPÍTULO II.

CRESCIMENTO DA CANA PLANTA CULTIVADA SOB DIFERENTES SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO E DE COLHEITA.

3.1 RESUMO

O preparo do solo e manejo da palhada de cana-de-açúcar, com preparo convencional e cultivo mínimo com cana colhida sem queima e com queima, podem influenciar o crescimento e número de perfilhos associado à produção de colmos uma vez que a prática do revolvimento do solo e a queima são comuns na cultura da cana-de-açúcar. Assim foi instalado um experimento de longa duração no município de Linhares, ES. A área experimental foi cultivada sob preparo convencional durante 16 anos e com manejo de colheita de cana-crua e cana-queimada, a qual sofreu renovação do canavial com a variedade RB86 7515, implantada com preparo convencional e cultivo mínimo do solo. O objetivo do estudo foi o de avaliar o efeito sobre os ritmos de crescimento da cultura e produtividade, dos seguintes sistemas de preparo do solo e sistemas de colheita de cana-de-açúcar em Argissolo Amarelo em área de tabuleiro. Os seguintes tratamentos foram implantados: Tratamento 1 - área renovada e com cultivo mínimo; Tratamento 1 A - área renovada com cana-crua; Tratamento 1 B - área renovada com cana-queimada; Tratamento 2 - área renovada com preparo convencional; Tratamento 2 A - área renovada com cana-crua; Tratamento 2 B - área renovada com cana-queimada. O delineamento experimental foi o de faixas com parcelas subdivididas, com seis repetições. Adotou-se regressão polinomial de 2º e 3º graus para se adaptar os dados às curvas de crescimento. Portanto a renovação do canavial após 16 anos de cultivo, resultou na cana planta em uma tendência de variação no ritmo de crescimento da cultura evidenciada pela altura e diâmetro dos colmos, devido às práticas de preparo do solo e de manejo do sistema de colheita. Foram observadas diferenças no número de colmos por dois metros lineares, maiores para o preparo convencional e para a cana-crua. O perfilhamento da cana-crua não apresentou diferenças significativas que confirmassem influência negativa da palha na rebrota. Não ocorreram diferenças na produtividade de colmos em função dos sistemas de preparo solo e sistemas de colheita adotados

Palavras chave: Cana-de-açúcar. Sistemas de preparo do solo. Manejo de colheita. Crescimento.

3.2 ABSTRACT

The soil tillage system and handling of sugarcane straw, with conventional and minimum cultivation and cane harvested without burning and with burning may influence cane growth, and number of sprouts associated to the stems production, since the straw burning and soil tillage practices are common in the cultivation of sugarcane in Brazil. Thus, an experiment of long duration was installed in the municipality of Linhares, Espírito Santo State (Brazil), which was cultivated under conventional tillage for 16 years, with cane harvesting after burning and without burning. The sugarcane plantation was then renewed with the variety RB86 7515, and with conventional and minimum soil tillage. The objective was to evaluate effect on the cane growth and productivity in a Xanthic Udult soil of costal tableland landscape. The following treatments were used: Treatment 1 - area renewed and with minimum tillage; Treatment 1 A - area renewed with raw cane harvesting; Treatment 1 B - area renewed with burnt cane harvesting; Treatment 2 - area renewed with conventional tillage; Treatment 2 A: area renewed with raw cane harvesting; Treatment 2 B - area renewed with burnt cane harvesting. The experimental design was of strips with subdivided plots, with six repetitions. It was adopted a 2nd and 3rd degrees regression polynomial model to adapt the data to the growth curves. The renewal of the sugar cane plantation after 16 years resulted in a tendency of variation in the rhythms of growth of the cane-plant, evidenced by the stems height and diameter, due to the soil tillage practices and harvesting of the cane. There were differences in the number of stems measures for two linear meters, largest for the conventional tillage and the raw cane. The cane sprouting in the raw treatment did not show significant differences, which could confirm a negative influence of the straw in the new sprouting. The stems productivity did not showed differences as a function of the soil tillage systems for the harvesting systems used.

Words key: Soil tillage systems. Harvesting handling. Growth

3.3 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é historicamente uma das culturas de maior importância comercial no mundo. No Brasil a sua exploração ocorre desde o fim do ciclo do pau-brasil ou época da colonização em meados do século XVI, sendo a primeira atividade agrícola do país. Cultivada em todas as regiões brasileiras, a cana-de-açúcar ocupa uma área de 6,6 milhões de hectares com produção anual estimada para safra 2007/2008 de 527,98 milhões de toneladas (CONAB, 2007). É uma das mais importantes componentes da cadeia do agronegócio do país, pois gera empregos e tem potencialidade para o sequestro de carbono e produção de energia renovável.

A criação do Programa Brasileiro do Álcool Combustível em 1975 (Proálcool) deu grande impulso à cultura canavieira no Brasil e tinha como meta a possibilidade de aumentar a produção de álcool para atender as novas necessidades internas de combustível, sem prejudicar a fabricação de açúcar. Na base desses resultados estão os esforços desenvolvidos pelo Programa de Melhoramento da Copersucar (Cooperativa de Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo), fundado em 1979, e pelo Governo Federal, com a criação do Programa Nacional do Melhoramento da Cana-de-açúcar (IAA/PLANALSUCAR), criado em 1972 para o desenvolvimento de processos e métodos relacionados à cultura da cana e a produção de açúcar e álcool (Perin, 2007).

Atualmente, o Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar (PMGCA) do governo federal está ligado à RIDESA (Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro), fazendo parte dele oito universidades do país (UFSCar, UFPR, UFRRJ, UFG, UFV, UFGO, UFAL e UFRPE), que vem disponibilizando, com sucesso, variedades adaptadas para as mais diversas condições do país.

Essa política de estímulo à produção e os subsídios ao setor até 1990 promoveram a expansão da área cultivada. As áreas de maior expansão da cultura da cana-de-açúcar nos Estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo, do Sul da Bahia e na região Nordeste estão localizadas em solos do Terciário, da série Barreiras, conhecidos como solos de “tabuleiros” e algumas áreas de morros. São de textura arenosa, na grande maioria, a areno-argilosa, relativamente bem porosos e bem drenados na camada superficial agricultável. Sua topografia varia de levemente ondulada, com algumas superfícies planas, a movimentada e acidentada. São por isso, bastante sujeitos a danos causados pela erosão (Peixoto, 1986), tais solos, geralmente apresentam alta deficiência de fósforo, carência de cálcio e/ou magnésio, baixa concentração de matéria orgânica e conseqüentemente menor capacidade de retenção de água e de troca catiônica (Simões Neto, 1987).

Atualmente a maior parte da área explorada pela cultura de cana-de-açúcar, aproximadamente 6,6 milhões de hectares CONAB (2007), sofre na sua maioria a queima da palhada por ocasião da colheita. Considerando que a maior expansão da cultura ocorreu em solos de baixa fertilidade natural as atuais técnicas de manejo da cultura têm favorecido o declínio do potencial produtivo desses solos, principalmente devido a diminuição no teor de carbono orgânico do solo promovida pelo vigoroso revolvimento do solo no plantio e pela queima da palhada antes da colheita (Silva, 2000).

Em solos de baixa fertilidade o perfilhamento é menor, exigindo um gasto maior em mudas (Casagrande, 1991). Para se chegar a uma boa população, há a necessidade de o canavial estar adequadamente adubado. Determinações dos diferentes nutrientes no sistema radicular realizadas na cana planta em cinco variedades por Korndörfer (1989) e na variedade SP 70-1143 por Andrade (1990), nas condições do Estado de São Paulo foram as seguintes proporções: N>K>Ca>S>Mg>P para os macronutrientes e Fe>Mn>Zn>B>Cu, para os

micronutrientes, que ao se revolver o solo, promove a mineralização e conseqüente disponibilidade destes.

O processo erosivo é a maior causa da degradação das terras agrícolas. A aplicação de técnicas de conservação de solo visa mitigar a perda de solo, um projeto de utilização agrícola de terras deve considerar o tipo de solo (textura, tipos de horizontes diagnóstico, taxa de infiltração de água), declividade, regime de chuvas e a cultura a ser instalada. A cana-de-açúcar é cultivada no Brasil há séculos, em muitos casos na mesma área, tendo sido obtido conhecimento suficiente para definir os cuidados necessários para a preservação do solo (Donzelli, 2005). Além do mais, a cana-de-açúcar no Brasil é reconhecidamente uma cultura conservacionista. Bertoni et al (1998) demonstraram que a perda de solo sob soja é cerca de 62% maior do que quando se utiliza cana-de-açúcar, e com a mamona, cerca de 235% maior.

A hipótese do presente trabalho é que a produtividade após a renovação é influenciada pelo sistema de preparo do solo e pelo manejo da colheita dos anos anteriores.

Os principais objetivos foram: avaliar o efeito do método de renovação do canavial (preparo convencional e cultivo mínimo), sobre a produtividade; determinar o efeito da renovação do canavial na produtividade da cultura, em áreas colhidas anteriormente com e sem queima da palhada e sua interação com diferentes sistemas de preparo do solo; avaliar a viabilidade econômica a longo prazo do uso de técnicas de preparo convencional e cultivo mínimo para cana cultivada no Estado do Espírito Santo.

3.4 REVISÃO DE LITERATURA

3.4.1 Sistemas de Cultivo

O Brasil tem uma área total de 8,5 milhões de km², e conseqüentemente uma grande variação de solos e climas (regimes hídricos), que fazem com que um estudo de potencial de produção seja altamente complexo. Da área total 84% dos solos apresentam problemas de acidez (solos com alta concentração de alumínio e, em menor escala, ferro e manganês), 16% apresentam ausência de oxigênio em alguma época do ano, 7% são solos rasos, 2% são solos com alta concentração de sais e 9% são solos sem limitações relevantes para exploração agrícola (Amaral et al., 1999). Sem considerar a declividade destes solos, que pode ser limitante para uso agrícola, o Brasil tem potenciais de produção/produtividade enormes, com o uso de manejo agrícola avançado (Donzelli, 2005).

O papel fundamental das operações de preparo do solo é criar condições ideais para o desenvolvimento das raízes e, por conseguinte, maiores produções. Em cana-de-açúcar este manejo inicial pode influenciar profundamente na queda de produção entre cortes consecutivos, quando as operações de preparo não são conduzidas dentro de uma tecnologia adequada para cada tipo de solo (Freitas, 1987). O preparo do solo não se limita somente às operações que afetam diretamente a sua estrutura física, mas também aquelas ligadas aos fatores que determinam o pH e o ambiente, adequados para absorção eficiente de nutrientes (Freitas, 1987).

O preparo adequado do solo é realizado para facilitar a infiltração da água, contribuindo para o controle da erosão. Dessa maneira, práticas de subsolagem, visando romper camadas de impedimento resultante de operações de máquinas e veículos, geralmente em solos argilosos, facilitam o processo de conservação. Recomenda-se que se façam as gradagens de nivelamento em períodos próximos à sulcação, pois as mesmas provocam uma menor pulverização do solo, o que acelera o processo erosivo (Orlando F^o & Zambello, 1983). A perda de solo por erosão é um sério problema, dependendo do tipo de cultura, práticas agrícolas, tipo de solo e regime de chuvas (Donzelli, 2005). Estimou-se em 18,1 t.ha⁻¹ano⁻¹ a perda média de solo por erosão na produção agrícola nos Estados Unidos. Tipicamente, milho 21,8 t.ha⁻¹, soja 40,9, trigo 14,1, apresentam valores altos, enquanto as culturas perenes e feno (depois de estabelecidas) ficam em 0,2 e florestas em rotação, 2 a 4 t.ha⁻¹ (Pimentel & Krummel, 1994).

A erosão provoca a poluição dos recursos hídricos pelo arraste dos resíduos de defensivos agrícolas e outros poluentes, por sua vez, o solo sendo exaurido de nutrientes e outros constituintes, não oferecerá condições favoráveis ao desenvolvimento das culturas. Na lavoura de cana-de-açúcar, a erosão de maior ocorrência é a hídrica, expondo o solo a sérios problemas que poderão ser mais ou menos intensos, dependendo da capacidade de infiltração e estabilidade das unidades estruturais do solo (Freitas, 1987).

Nas modificações do uso do solo, os teores de carbono orgânico no solo são alteradas; cada tipo de ocupação de solo e de manejo leva a um valor de relativo equilíbrio de longo prazo. No caso mais geral de solos que eram ocupados por florestas como o cerrado, e passaram a ter pastagens, a tendência clara é a redução do carbono no solo (Donzelli, 2005). Estudos envolvendo práticas de plantio direto, no caso dos grãos, se verifica que com um manejo adequado os estoques podem se aproximar dos encontrados em florestas (Lima, 2003).

A expansão da cultura da cana está ocorrendo com a incorporação de áreas mais pobres (pastagens, na maioria extensivas) e deverá concorrer para a recuperação destes solos, com a adição de fertilizantes, corretivos, mas também de vinhaça, torta de filtro e palha. Isto também levará a maiores teores de carbono no solo e menor erosão (Donzelli, 2005). A ocupação de áreas do cerrado brasileiro tem pelo menos quanto ao uso do solo duas classes, a “não cerrado” e a “cerrado fortemente antropizado”, que podem ser utilizadas para uma agricultura sustentável sem incorrer em desmatamentos, sendo áreas provavelmente já ocupadas com algum tipo de agricultura e pastagem (Machado et al., 2004).

No conceito de cultivo mínimo está implícita a idéia de se movimentar o quanto menos possível a superfície do solo. Isso implica praticamente eliminar o preparo do solo para efetuar o plantio. Contudo para se reformar uma área com cana-de-açúcar, é necessária a destruição da cultura anterior, operação que pode ser realizada mecânica ou quimicamente. A destruição mecânica pode ser executada através de enxadas rotativas ou de arrancador de soqueira, que com o próprio sulcador, possibilita em uma só operação, a destruição da cultura anterior e a abertura do sulco para o novo plantio (Orlando Fº & Zambello, 1983).

Em relação a conservação do solo, a destruição da soqueira renascente com herbicida (glifosato), seguida da sulcação na entrelinha, oferece melhores resultados, isso porque praticamente o solo não fica descoberto e a manutenção das cepas da cultura anterior interfere no coeficiente de rugosidade do solo (Orlando Fº & Zambello, 1983). Em solos com textura arenosa e relevos movimentados como em Argissolos Vermelho Amarelos, deve-se ter cuidado especial à instalação adequada do referido processo com sulcação em nível e em terraço, com a finalidade de se conter a erosão em cultura sistematizada.

Estudos do (IAA/PLANALSUCAR, 1978 apud Freitas, 1987) sobre cultivo mínimo, utilizando-se a enxada rotativa modificada para a destruição de soqueira, confirma que este sistema é o mais econômico.

A cultura da cana-de-açúcar no Brasil é reconhecida hoje por apresentar relativamente pequena perda de solo por erosão (na comparação com soja e milho), esta situação continua melhorando com o aumento da colheita sem queima, reduzindo as perdas a valores muito baixos, comparáveis aos do plantio direto em culturas anuais (Rosseto, 2004). Em média geral, dos manejos aplicados, pode-se considerar que no Brasil a cultura de cana-de-açúcar, em comparação com a produção de grãos na mesma área, evita que sejam erodidas anualmente cerca de 74,8 milhões de toneladas de solo como acontece em cultivo de grãos, com perda média de 24,5 t. ha⁻¹.ano⁻¹ (Bertoni et al., 1998).

A cobertura morta com palhço do ciclo anterior, é uma prática de controle da erosão, devido à proteção do solo contra a chuva, além de evitar o aquecimento excessivo do solo pela ação direta dos raios solares, promovendo temperatura e umidade favoráveis ao desenvolvimento microbiológico e à manutenção da matéria orgânica do solo. Porém, dificulta a aplicação de fertilizantes em profundidade nas soqueiras e a subsolagem (Orlando Fº & Zambello, 1983).

3.5 MATERIAL E MÉTODOS

3.5.1 Delineamento Experimental

O desenho experimental utilizado para o experimento 2, para análise de crescimento, é o de faixas com parcelas subdivididas com 6 repetições, pois esta se adota quando se deseja uma grande área para a experimentação e cujas parcelas são colocadas de acordo com o plantio comercial, o mesmo acontecendo com distribuição das mudas nos sulcos de plantio. Os tratamentos são dispostos de tal maneira que formam faixas paralelas. A repetição se dá dentro da faixa, e as parcelas são colhidas uma independente da outra (Cesnik, 2004). Portanto, para cultivo como faixas, manejo como parcelas, e épocas como subparcelas, o modelo estatístico é:

$$y_{ijk r} = \mu + f_i + b_j + e_{ij} + p_k + fp_{ik} + e_{ik} + s_r + fs_{ir} + ps_{kr} + fps_{ikr} + e_{ijk r}$$

Onde:

μ é a média geral;

f_i é o efeito do fator cultivo, com os níveis $i = 1, 2, \dots, I$;

b_j é o efeito de blocos, com $j = 1, 2, \dots, j$;

e_{ij} é o erro em nível de faixa (int. cultivo x bloco);

p_k é o efeito do fator manejo, com os níveis $k = 1, 2, \dots, K$;

fp_{ik} é o efeito de interação Faixa x parcela;

e_{ik} é o erro em nível de parcela (int. cultivo x manejo x bloco);

s_r é o efeito do tratamento subparcela, com $r = 1, 2, \dots, R$;

fs_{ir} é o efeito da interação de tratamentos $f \times s$;

ps_{kr} é o efeito da interação de tratamentos $p \times s$;

fps_{ikr} é o efeito da interação de tratamentos $f \times p \times s$;

$e_{ijk r}$ é o erro experimental em nível de subparcelas (int. cultivo x manejo x época x bloco).

Para aporte de matéria orgânica e rendimento da cana-de-açúcar o delineamento é o de “blocos ao acaso” com parcelas subdivididas ou split plot com 6 repetições. Assim, para cultivo como parcelas, e manejo como subparcelas, o modelo estatístico é:

$$y_{ijk} = \mu + p_i + b_j + e_{ij} + s_k + ps_{ik} + e_{ijk}$$

Onde:

μ é a média geral;

p_i é o efeito do fator parcela, com os níveis $i = 1, 2, \dots, I$;

b_j é o efeito de blocos, com $j = 1, 2, \dots, j$;

e_{ij} é o erro em nível de parcela (int. cultivo x bloco);

s_k é o efeito do tratamento subparcela, com $k = 1, 2, \dots, K$;

ps_{ik} é o efeito da interação de tratamentos $p \times s$;

e_{ijk} é o erro experimental em nível de subparcelas (int. cultivo x manejo x bloco).

Em experimentos de níveis crescentes (coletas), a variância dos parâmetros em estudo altera-se caracterizando uma situação conhecida estatisticamente como heterocedastia (Araújo, 1995). Esta é uma situação comum em experimentos de análise de crescimento, onde a média e a variância dos dados originais aumentam com o tempo (Araújo, 1995). O dados foram submetidos ao teste de Bartlett (pode ser usado para populações de igual tamanho ou de tamanhos diferentes), para verificação da distribuição heterocedástica dos erros, pois essa

distribuição diminui a precisão do teste F (Neter & Wasserman, 1974), porque ocorrerá perda de eficiência na estimação dos efeitos de tratamentos e haverá, também, uma perda de sensibilidade nos testes de significância (França, 2005). Quanto maiores forem as diferenças na variância, maiores serão estas perdas (Zimmermann, 1987). Os dados foram também submetidos ao teste de Lilliefors pois é o mais utilizado na estatística experimental, para verificar se os dados seguem a Distribuição Normal, para atender a pressuposição de normalidade (Garcia, 2001). Sendo os dados transformados, quando necessário, com a aplicação do logaritmo natural, na tentativa de tornar essa distribuição homocedástica e normal.

Foi realizado o teste de Bartlett e Lilliefors em todos os parâmetros estudados para época e tratamentos.

Os resultados foram submetidos a análise da variância com aplicação do teste F e as médias comparadas entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Os programas computacionais utilizados para realizar as análises foram o SAEG, SISVAR e EXCEL.

3.5.2 Tratamentos

Os tratamentos para o experimento 2, foram arranjados em 2 faixas (cultivo), parcelas subdivididas sendo 2 parcelas (manejo), seis subparcelas (épocas) e seis repetições.

A adubação foi uniforme para toda a área experimental sendo aplicados no plantio 400 kg da formulação 05-20-20 e na soca 400 kg da formulação 20-00-20 de NPK.

Experimento 2: Renovação do canavial.

A área experimental que foi cultivado sob preparo convencional durante 16 anos e com manejo de colheita de cana crua e cana queimada.

Tratamentos:

Tratamento 1: área renovada com cultivo mínimo.

Sub-tratamento 1 A: área renovada com cana crua;

Sub-tratamento 1 B: área renovada com cana queimada.

Tratamento 2: área renovada com preparo convencional.

Sub-tratamento 2 A: área renovada com cana crua;

Sub-tratamento 2 B: área renovada com cana queimada.

O cultivo mínimo consiste na destruição da soqueira com a utilização de herbicidas e abertura de sulcos para o plantio sem o prévio revolvimento do solo. O preparo convencional consiste de 1 aração e 2 gradagens pesadas.

A colheita de cana crua consiste na despalha manual, na qual o cortador remove com o podão as folhas do colmo, seguindo-se o corte do pé e da ponta (palmito ou ponteiro). Esse material, após a colheita, é espalhado uniformemente na área, sem cobrir as soqueiras. Na colheita de cana queimada, o fogo é ateado previamente em todo o perímetro da área, de tal forma que o seu término se processe na parte central da mesma. A seguir faz-se o corte como descrito anteriormente, Silva, (2000).

3.5.3 Parcelas

O experimento 2 constou de duas faixas e nelas seis blocos, sendo cada bloco composto de duas parcelas, com área de 580,8m² cada parcela. A parcela continha 11 linhas com 44,0 m de comprimento, espaçadas de 1,2 m. Foram consideradas como bordadura duas linhas de cada lado da parcela. Cada parcela era composta de duas sub-parcelas. A sub-parcela continha 22,0 m de comprimento (290,4 m²).

Os parâmetros avaliados foram: análise de crescimento da cultura (altura, diâmetro e número de colmos), taxa de alongação da cultura (TEC) a partir da amostragem de dez plantas em diferentes épocas (tabela 1). O aporte de matéria orgânica, quantificação do rendimento da cana-de-açúcar, foram obtidas na última colheita.

3.6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.6.1 Variância Amostral dos Parâmetros Estudados

Como discutido também se procurou avaliar neste trabalho as variâncias de cada parâmetro em cada período amostral, a fim de detectar as populações homocedásticas ou heterocedásticas, previamente à análise estatística. As tendências observadas foram de aumento progressivo das variâncias com o tempo para todos os parâmetros, principalmente para a variável número de colmos. Configurando a heterocedastia para o parâmetro número de perfilhos e TCH como demonstrado pelo coeficiente B do teste de Bartlett (tabela 11). Somente para os dados de altura e diâmetro foi conseguida a homogeneidade entre variâncias. Para os dados número de perfilhos e TCH após a transformação em logaritmos naturais (tabela 12) se alcançaram a homogeneidade entre variâncias verificados pelo valor B de 7,815, o que pode ser considerado satisfatório. Nota-se a drástica redução neste coeficiente, ocorrida após a transformação de todos os dados para todos os parâmetros estudados.

Tabela 11 Variância amostral dos dados originais de altura, diâmetro e número de colmos, durante o período experimental.

coletas	S ² altura	S ² diâmetro	S ² nº de colmos	S ² tch	CV
1	0,004	0,032	36,09		
2	0,017	0,022	13,38		
3	0,012	0,016	10,51		
4	0,012	0,014	9,26		
5	0,031	0,014	10,09		
6	0,020	0,017	7,82	151,80	

Coeficiente B do teste de Bartlett; valores superiores a 7,815, indicam heterogeneidade das variâncias.

Tabela 12 Variância amostral dos dados de altura, diâmetro e número de colmos, após a sua transformação em logaritmos naturais, durante o período experimental.

coletas	S ² altura	S ² diâmetro	S ² nº de colmos	S ² tch	C.V
1	0,029	0,010	0,023		
2	0,012	0,004	0,017		
3	0,007	0,003	0,019		
4	0,004	0,002	0,016		
5	0,007	0,002	0,017		
6	0,004	0,003	0,016	0,020	

Coeficiente B do teste de Bartlett; valores superiores a 7,815, indicam heterogeneidade das variâncias.

3.6.2 Escolha do Modelo Matemático

Os coeficientes de variação obtidos para os dados originais mantiveram-se em níveis baixos, e os coeficientes obtidos para os dados transformados e encontrados em cada tabela de variância.

Os valores dos coeficientes de determinação (R²) obtidos para cada modelo matemático testado para os dados de altura, diâmetro e número de colmos são apresentados na Tabela 13. Estes coeficientes são comparáveis, pois se baseiam em modelos ajustados a dados ln transformados. Observa-se que todos os coeficientes são elevados e altamente significativos (P < 0,001) pelo teste F, a curva exponencial polinomial do 3º grau apresentou

as mais elevadas correlações. O modelo exponencial polinomial de 2º grau apresentou as menores correlações para todos os parâmetros estudados.

A tabela 14 apresenta respectivamente os coeficientes das regressões obtidos para os modelos exponenciais polinomiais do 2º grau e do 3º, para cada parâmetro estudado.

Em primeira análise, adotou-se o modelo exponencial polinomial do 3º grau para a descrição do crescimento vegetal. As figuras em geral estimam através dos dois modelos os parâmetros estudados, o que confirma esta justificativa, observando-se uma melhor aderência visual do modelo do 3º grau às médias experimentais obtidas. Observa-se que o modelo do 2º grau quando não subestimam, superestimam as médias experimentais, fato este aliado aos seus menores coeficientes de determinação, contribuiu para a sua eliminação situação semelhante foi encontrado por (França, 1995).

Tabela 13. Coeficientes de determinação (R²) de cada modelo matemático testado para parâmetros de altura, diâmetro e número de colmos.

	Exp. 2º grau	Exp. 3º grau
Cana queimada		
Altura	0,948783	0,976848
Diâmetro	0,860710	0,987806
Número de colmos	0,958697	0,985743
Cana crua		
Altura	0,953764	0,976773
Diâmetro	0,911803	0,997955
Número de colmos	0,924116	0,961498
Preparo convenc.		
Altura	0,949995	0,976573
Diâmetro	0,878528	0,991506
Número de colmos	0,948988	0,977525
Cultivo mínimo		
Altura	0,952653	0,977061
Diâmetro	0,895158	0,995699
Número de colmos	0,935822	0,973530

Tabela 14. Coeficientes obtidos para os modelos matemáticos exponencial polinomial de 2° e 3° graus, para parâmetros de altura, diâmetro e número de colmos em dois sistemas de manejo e dois sistemas de cultivo.

Manejo	Coeficiente	Altura	Diâmetro	Número de colmos
Cana queimada				
Exp. 2° grau	a	-3,60E+00	-1,69E-01	4,86E+00
	b	2,08E-02	6,12E-03	-9,17E-03
	c	-2,49E-05	-8,52E-06	1,20E-05
Exp. 3° grau	a	-7,46E+00	-1,79E+00	6,16E+00
	b	6,40E-02	2,43E-02	-2,38E-02
	c	-1,74E-04	-7,13E-05	6,24E-05
	d	1,61E-07	6,79E-08	-5,45E-08
Cana crua				
Exp. 2° grau	a	-3,48E+00	-1,21E-01	4,90E+00
	b	2,02E-02	5,86E-03	-8,82E-03
	c	-2,40E-05	-8,06E-06	1,14E-05
Exp. 3° grau	a	-6,94E+00	-1,41E+00	6,45E+00
	b	5,89E-02	2,03E-02	-2,62E-02
	c	-1,58E-04	-5,80E-05	7,16E-05
	d	1,45E-07	5,40E-08	-6,50E-08
Cultivo				
	Coeficiente	Altura	Diâmetro	Número de colmos
Preparo convenci.				
Exp. 2° grau	a	-3,49E+00	-1,06E-01	4,97E+00
	b	2,02E-02	5,64E-03	-9,05E-03
	c	-2,41E-05	-7,82E-06	1,15E-05
Exp. 3° grau	a	-7,18E+00	-1,53E+00	6,40E+00
	b	6,15E-02	2,15E-02	-2,51E-02
	c	-1,67E-04	-6,28E-05	6,70E-05
	d	1,54E-07	5,94E-08	-6,00E-08
Cultivo mínimo				
Exp. 2° grau	a	-3,59E+00	-1,83E-01	4,77E+00
	b	2,08E-02	6,32E-03	-8,90E-03
	c	-2,47E-05	-8,75E-06	1,18E-05
Exp. 3° grau	a	-7,21E+00	-1,67E+00	6,21E+00
	b	6,14E-02	2,30E-02	-2,50E-02
	c	-1,65E-04	-6,65E-05	6,74E-05
	d	1,52E-07	6,24E-08	-6,01E-08

3.6.3 Análise de Crescimento

3.6.4 Altura dos Colmos

A altura total dos colmos apresentou aumentos desde a primeira até a última coleta (figura 9). Resultados similares foram encontrados por Rossiello (1987) e Souza (1987). Apresenta curvas de crescimento de formato sigmoidal (figura 9), como encontrado na literatura (Alvarez & Castro, 1999 e Irvine, 1983). Para todos os tratamentos, o crescimento é lento e prolongado em cana-soca (Alvarez & Castro 1999) e em cana planta. Não houve diferenças significativas (tabela 15) entre os sistemas de cultivo, apesar de na cana planta sob Preparo convencional, vários nutrientes estarem sendo mineralizados e prontamente disponíveis após revolvimento do solo do canavial. Ocorreu uma queda no ritmo de crescimento da altura dos colmos em todos os tratamentos entre a 4ª e 5ª coleta, fato este, promovido por variáveis ambientais, os quais retomam em seguida seu crescimento.

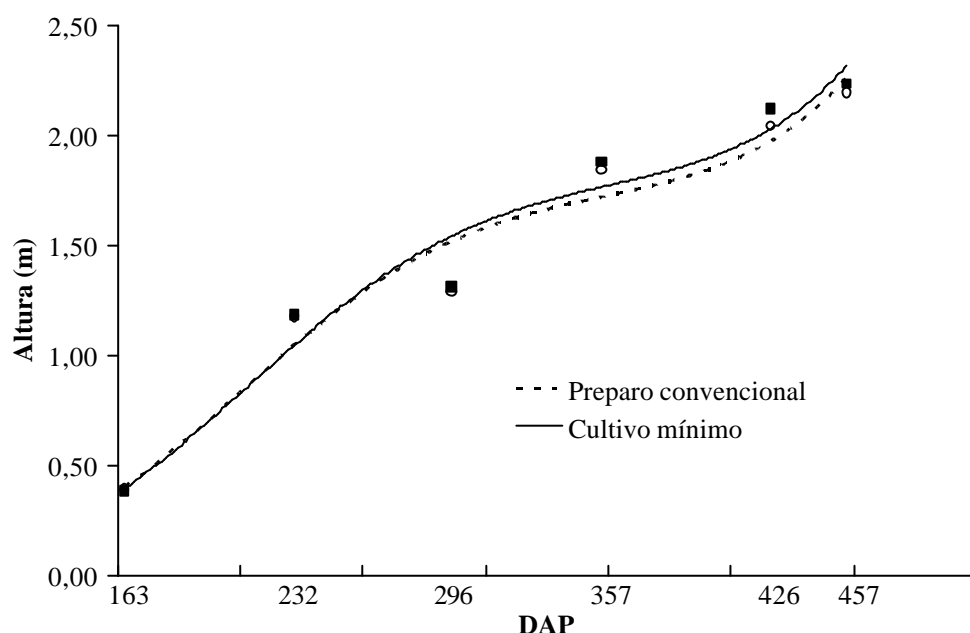


Figura 9. Altura dos colmos, a partir de 6 coletas e 2 tratamentos de cultivo de cana-de-açúcar: Preparo convencional, cultivo mínimo.

Tabela 15. Médias por época de coleta da altura das plantas da cana planta (m). Média de seis repetições.

Coleta	Altura					
	Cultivo mínimo		Preparo convencional	Total		
1	0,38	a	0,39	a	0,39	F
2	1,18	a	1,17	a	1,18	E
3	1,31	a	1,29	a	1,30	D
4	1,88	a	1,84	a	1,86	C
5	2,12	a	2,04	a	2,08	B
6	2,23	a	2,19	a	2,21	A

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si estatisticamente, minúsculas na horizontal e maiúsculas na vertical, pelo teste de Duncan ($\alpha = 0,05$).

3.6.5 Taxa de Elongação da Cultura (TEC)

A TEC em geral apresentou um superior aumento da 1ª a 2ª coleta e uma queda brusca a partir da 3ª, e torna a aumentar novamente na 6ª coleta (figura 10). Segundo Glaz et al (2002) e Ramesh (2000), em condições de alta temperatura e disponibilidade de água o crescimento da cultura é favorecido. Portanto, as altas taxas de alongação nesses períodos podem ser explicadas pelos efeitos climáticos por coincidir com o período de maiores precipitações e temperaturas das épocas de outubro, janeiro e março (figura 1). E as quedas em maio e julho, períodos de “inverno”, voltando a subir justamente na época de retomada da elevação da temperatura e precipitação em agosto. Ainda segundo Ramesh (2000) a redução da TEC é ocasionada pelo aumento do auto-sombreamento durante o período de maturação. Sendo realmente o período de estímulo à maturação nesta região, devido aos menores índices pluviométricos e menores temperaturas, a quais estimulam a maturação. Não há diferença significativa entre os tratamentos, pois é a mesma variedade e a TEC está ligada com o período de maturação, o que torna mais difícil esta separação somente com o efeito dos tratamentos em cana planta em primeira renovação.

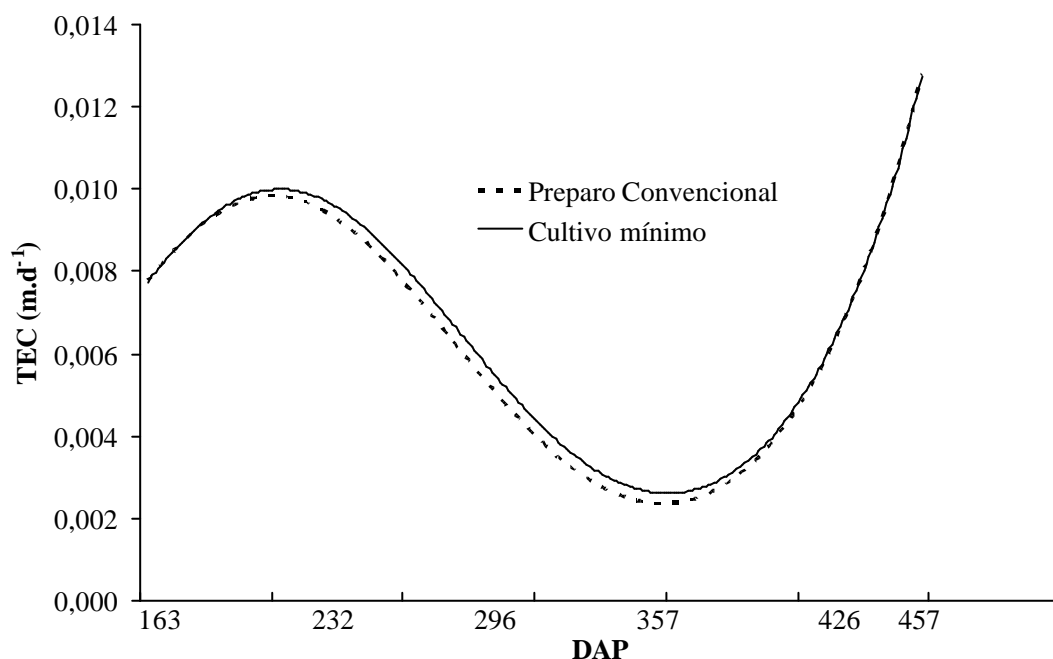


Figura 10. Taxa de alongação dos colmos, a partir de 6 coletas e 2 tratamentos de cultivo de cana-de-açúcar: Preparo convencional, cultivo mínimo.

3.6.6 Diâmetro dos Colmos

A análise da evolução do diâmetro de colmos (figura 11) demonstra um crescimento acelerado no início do ciclo da cultura para todos os tratamentos e, posteriormente, nota-se uma ligeira queda entre 357 e 426 DAP, concordando com o encontrado por (Alvarez & Castro, 1999; Oliveira, 2004). Comparando-se os dados de cana sob Cultivo mínimo e Preparo convencional, constata-se que houve diferenças a 5% de significância. Na terceira e quarta coleta houve uma tendência maior diâmetro pelo tratamento Cultivo mínimo em relação ao Preparo convencional (tabela 16). Esse efeito parece mostrar, pelo diâmetro dos colmos, que na mudança do sistema de preparo do solo de cana sob preparo convencional para Cultivo mínimo, no primeiro ano em cana planta, o canavial se adapta bem as novas

condições edáficas, onde o menor revolvimento do solo favorece o desenvolvimento da cultura. Em geral se obteve maior diâmetro na 3ª época (tabela 16), sendo justamente, onde começam a ocorrer diferenças entre os sistemas de preparo do solo.

As diminuições nos diâmetros começam a partir dos 296 DAP (figura 11) ou 4ª coleta apesar de não haver diferença estatística entre a 5ª e 6ª época (tabela 16), o mesmo ocorreu com Alvarez & Castro (1999) aos 308 DAC (dias após corte) no primeiro ano e aos 241 DAC no segundo ano em cana crua e cana queimada. Estas se encontram na fase da curva onde há queda discreta do diâmetro. Essa diminuição poderia estar relacionada com a constatação de que, sob menor luminosidade, os colmos são mais finos (Camargo, 1968), segundo Alvarez & Castro (1999) as datas anteriores ao DAC de maiores diferenças de diâmetro, entre cana crua e cana queimada, nos dois anos daquele experimento houve maior auto-sombreamento em cana queimada que em cana crua, mostrado pelos dados de índice de área foliar. O que ocorreu aqui, pois a cana sob Cultivo mínimo foi a que mais cresceu, portanto, provavelmente a cana sob Preparo convencional foi a que mais teve auto-sombreamento nesta fase de cana planta. Segundo (Oliveira 2004) este comportamento foi verificado devido a perda das folhas secas que recobriam o colmo, pois quando se comparou a perda de folhas entre os cultivares estudados, observou-se que a despalha dos colmos teve início no mesmo período.

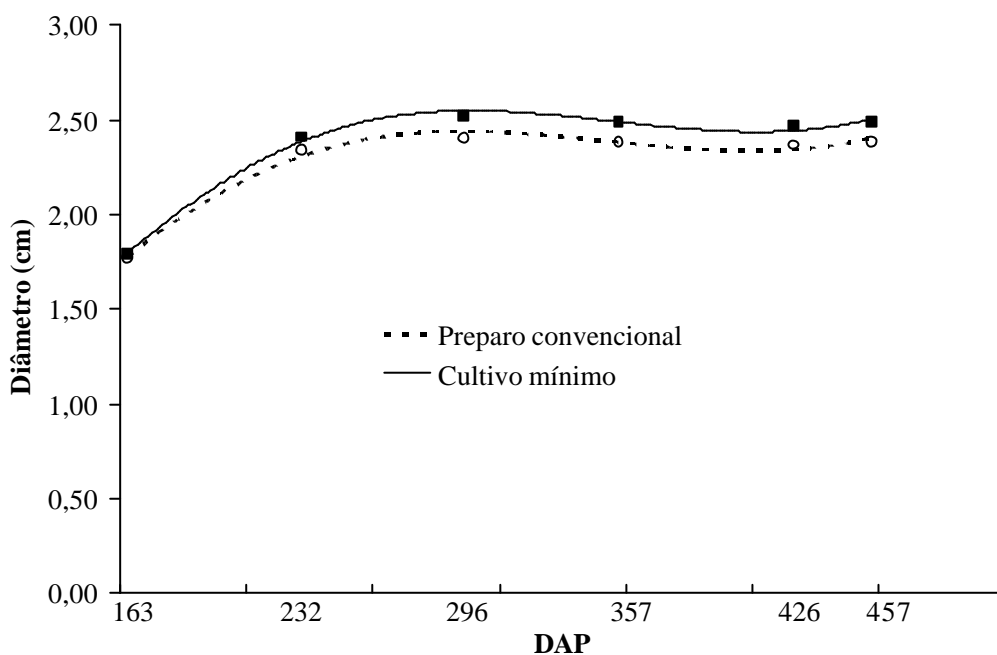


Figura 11. Diâmetro dos colmos, a partir de 6 coletas e 2 tratamentos de cultivo de cana-de-açúcar: Preparo convencional, cultivo mínimo.

Tabela 16. Médias por época de coleta de diâmetro das plantas da cana planta (cm). Média de seis repetições.

Coleta	Diâmetro					
	Cultivo mínimo		Preparo convencional		Total	
1	1,79	a	1,77	a	1,78	C
2	2,41	a	2,34	a	2,38	B
3	2,52	a	2,40	b	2,46	A
4	2,49	a	2,38	b	2,44	AB
5	2,47	a	2,37	a	2,42	AB
6	2,49	a	2,39	a	2,44	AB

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si estatisticamente, minúsculas na horizontal e maiúsculas na vertical, pelo teste de Duncan ($\alpha = 0,05$).

3.6.7 Número de Colmos

Para a cana planta, o número máximo de colmos por metro linear, foi obtido nos meses de setembro, outubro e novembro. A partir daí esse número começou a cair mais bruscamente até fevereiro e mais lentamente até a colheita em agosto sendo iguais na 5ª e 6ª coleta (figura 12). O mesmo ocorreu com Rocha (1984) sendo que a diminuição do número de colmos foi mais brusca até janeiro e mais lentamente até a colheita em julho. Esse efeito pode ser explicado pelo aumento do auto-sombreamento que ocorre no dossel com o avanço do ciclo da cultura Silva (2000), Rossiello (1987), Souza (1995) e Azeredo (1997).

A comparação entre o perfilhamento da cana sob preparo convencional e cana sob cultivo mínimo no presente experimento, apresentou diferenças significativas maiores na 1ª a 4ª coleta para o preparo convencional. Porém, a partir da 5ª coleta não ocorrem mais diferenças entre os tratamentos (figura 12 e tabela 17). Essas diferenças iniciais se devem provavelmente, pelo preparo convencional favorecer na renovação do canavial aumento da macroporosidade em superfície, pois este desagrega as partículas do solo e o cultivo mínimo promove maior densidade do solo entre 10-20 cm de profundidade quando comparado com o preparo convencional. Isto é explicado pelo efeito prolongado da descompactação da camada superficial do solo promovida pela aração antes da renovação (Camilotti et al, 2005) o qual foi implantado sem revolvimento do solo, dificultando inicialmente o perfilhamento, uma vez que ao final do ciclo não mais ocorrem diferenças.

Segundo Dillewijn (1960), no caso de solos úmidos, pode-se apenas comprimir os toletes no solo deixando, inclusive, a parte superior visível. Com isto, conseguiria-se um melhor perfilhamento, devido à melhor exposição dos rebentos primários, à luz e ao calor. Pois normalmente a baixa luminosidade reduz o perfilhamento (Casagrande, 1991) e o perfilhamento aumenta à medida que a temperatura se eleva até um máximo em torno de 30°C (Dillewijn, 1960). Idêntico raciocínio se aplica às socas retirando-se a palha das linhas, para facilitar a brotação e o perfilhamento (Casagrande, 1991).

Como o experimento está sob um Argissolo Amarelo do terciário da série Barreiras formado a partir de sedimentos previamente edafizados, o solo é de baixa fertilidade. Assim, o perfilhamento é menor nessas condições, exigindo um gasto maior em mudas (Casagrande, 1991). Para se chegar a uma boa população, há a necessidade de o canavial estar adequadamente adubado. Desta maneira, torna-se relevante para a cana planta sob preparo convencional o percentual de nutrientes contidos no sistema radicular do cultivo anterior. Assim as determinações dos diferentes nutrientes no sistema radicular realizadas na cana planta em cinco variedades por Korndörfer (1989) e na variedade SP 70-1143 por Andrade (1990), nas condições do Estado de São Paulo foram as seguintes proporções:

N>K>Ca>S>Mg>P para os macronutrientes e Fe>Mn>Zn>B>Cu, para os micronutrientes, que ao se revolver o solo, promove a mineralização e conseqüente disponibilidade destes associado à desagregação das partículas do solo uma das razões pelas quais este tratamento tem maior quantidade de perfilhos inicialmente. No cultivo mínimo somente foi feita a sulcação para o plantio, já que o sulcador passa pela camada do fragipã a qual é pouco espessa (Ravelli Neto & Lima, 1987), dispensando uma subsolagem dentro do sulco a qual poderia facilitar o perfilhamento e continuar como preparo mínimo. Vale ressaltar que este ensaio esta na fase de primeira renovação do canavial após 16 anos de cultivo sob preparo convencional. Portanto a implantação do sistema é recente e os efeitos favoráveis deste, deve se expressar nos anos seguintes.

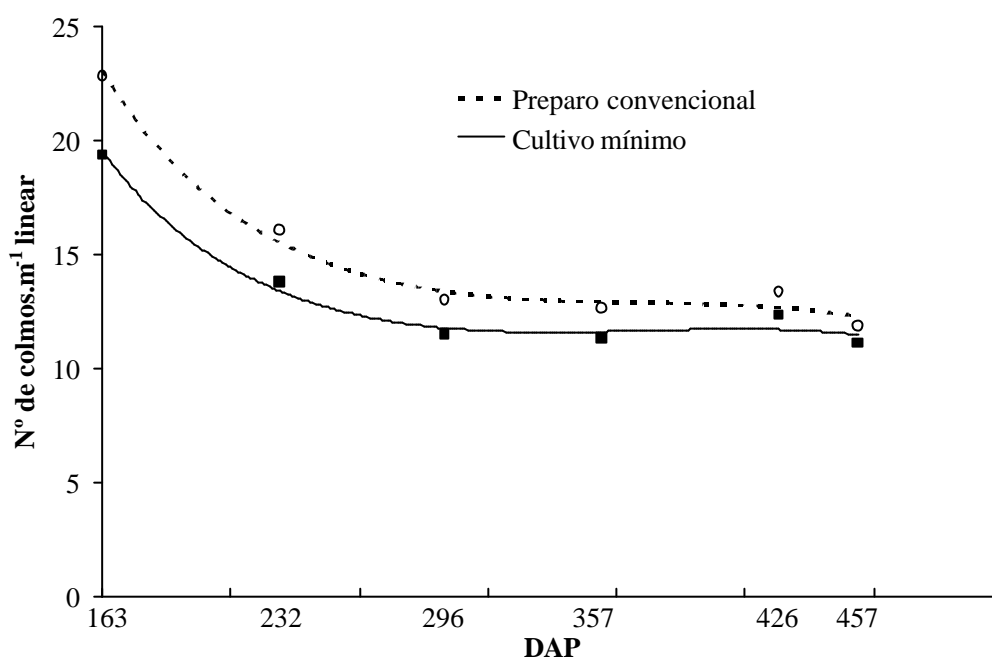


Figura 12. Número de colmos, a partir de 6 coletas e 2 tratamentos de cultivo de cana-de-açúcar: Preparo convencional, cultivo mínimo.

Tabela 17. Médias por época de coleta do número de colmos.m⁻¹ linear da cana planta. Média de seis repetições.

Coleta	Colmos			Total	
	Cultivo mínimo	Preparo convencional			
1	19	23		21	A
2	14	16		15	B
3	12	13		12	CD
4	11	13		12	D
5	12	13		13	C
6	11	12		12	D

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si estatisticamente, minúsculas na horizontal e maiúsculas na vertical, pelo teste de Duncan (a = 0,05).

3.6.8 Altura dos Colmos em Cana Crua e Cana Queimada

A altura total dos colmos apresentou aumentos desde a primeira até a última coleta (figura 13). Resultados similares foram encontrados por Rossiello (1987) e Souza (1987). Apresentam curvas de crescimento de formato sigmoidal, para todos os tratamentos e o crescimento é lento e prolongado, em cana planta. O maior valor significativo (tabela 18) foi encontrado em Cana crua na 4ª coleta. Portanto, a cana-de-açúcar encontrou, nesse intervalo de tempo, condições ambientais que favoreceram a alongação dos entrenós, uma vez que o número de nós é associado ao desenvolvimento cronológico da planta (Silva, 2000). Considerando que há possibilidade de maior teor de umidade do solo neste tratamento, este é o principal fator responsável pela maior alongação dos entrenós, pode-se dizer que a manutenção da palhada favoreceu a manutenção da água no solo antes do fechamento do dossel, (Silva, 2000; Vasconcelos, 2002), e no período de estiagem (figura 1). Nas demais épocas de coleta não foram verificadas diferenças entre os tratamentos. A renovação da área com corte sem queima promoveu aumento significativo na 4ª coleta. Essa diferença pode estar ocorrendo devido ao aumento da área foliar total nessa época (Silva, 2000). Portanto, a renovação do canal com cana crua parece favorecer mais a expansão foliar no final do ciclo, contribuindo com o crescimento linear do colmo nessa fase. Pois a folha é a principal fonte de fotoassimilados, tendo então maior potencial da planta em suprir o seu principal dreno. Houve uma queda no ritmo de crescimento da altura dos colmos em todos os tratamentos entre a 5ª e 6ª coleta, fato este, promovido por variáveis ambientais, os quais retomam em seguida seu crescimento.

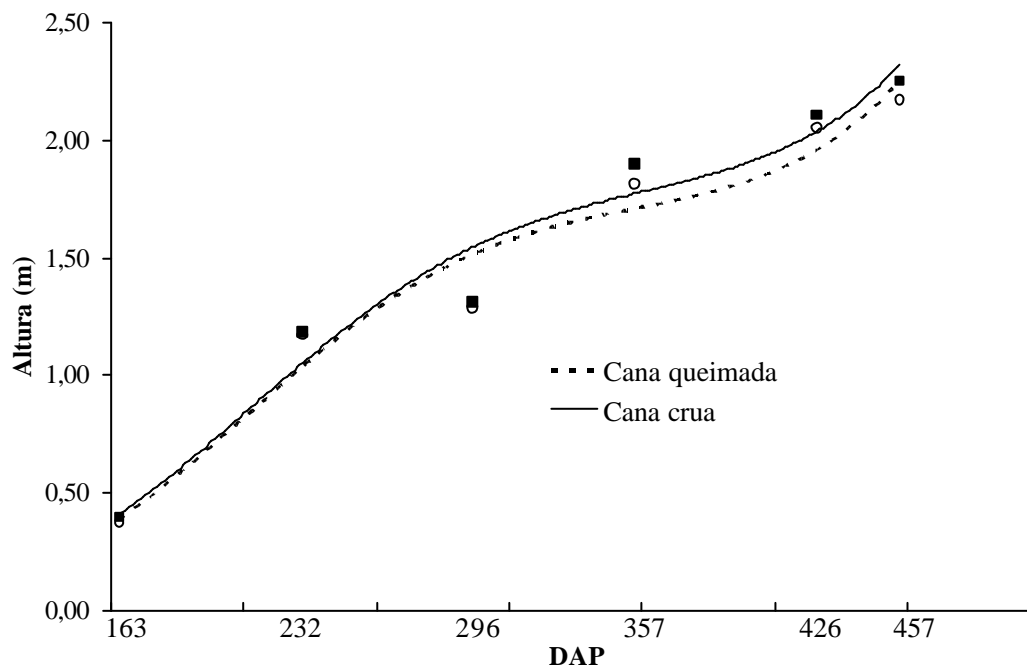


Figura 13. Altura dos colmos, a partir de 6 coletas e 2 tratamentos de manejo de cana-de-açúcar: Cana queimada e cana crua.

Tabela 18. Médias por época de coleta da altura das plantas da cana planta (m). Média de seis repetições.

Coleta	Altura			Total		
	Crua		Queimada			
1	0,40	a	0,38	a	0,39	F
2	1,18	a	1,17	a	1,18	E
3	1,31	a	1,29	a	1,30	D
4	1,90	a	1,82	b	1,86	C
5	2,11	a	2,05	a	2,08	B
6	2,25	a	2,17	a	2,21	A

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si estatisticamente, minúsculas na horizontal e maiúsculas na vertical, pelo teste de Duncan ($\alpha = 0,05$).

3.6.9 Taxa de Elongação da Cultura (TEC)

A TEC em geral apresentou um superior aumento da 1ª a 2ª coleta e uma queda brusca a partir da 3ª, e torna a aumentar novamente na 6ª coleta (figura 14). Segundo Glaz et al (2002) e Ramesh (2000), em condições de alta temperatura e disponibilidade de água o crescimento da cultura é favorecido. Portanto, as altas taxas de alongação nesses períodos podem ser explicados por coincidir com o período de maiores precipitações e temperaturas das épocas de outubro, janeiro e março (figura 1). E as quedas em maio e julho, período de “inverno”, voltando a subir justamente na época de retomada da elevação da temperatura e precipitação em agosto. Ainda segundo Ramesh (2000) a redução da TEC é ocasionada pelo aumento do auto-sombreamento durante o período de maturação. Sendo realmente o período de estímulo à maturação nesta região, devido aos menores índices pluviométricos e menores temperaturas, a quais estimulam a maturação.

Não há diferença significativa entre os tratamentos, pois é a mesma variedade e a TEC está ligada com o período de maturação, o que torna mais difícil esta separação somente com o efeito dos tratamentos em cana planta.

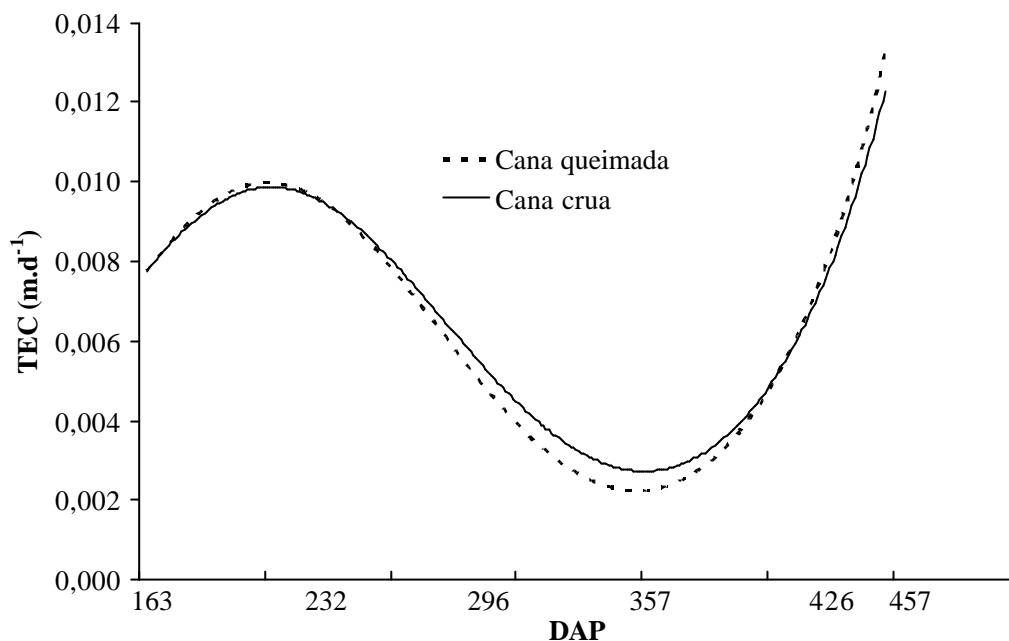


Figura 14. Taxa de alongação dos colmos, a partir de 6 coletas e 2 tratamentos de manejo de cana- de- açúcar: Cana queimada e cana crua.

3.6.10 Diâmetro dos Colmos em Cana Crua e Cana Queimada

A análise do crescimento do diâmetro de colmos (figura 15) demonstra um crescimento acelerado no início do ciclo para todos os tratamentos e, posteriormente, nota-se uma ligeira queda entre 357 e 426 DAP, concordando com o encontrado por Alvarez & Castro (1999). Comparando-se os dados de Cana crua e Cana queimada, constata-se que não houve diferenças a 5% de significância (tabela 19). Esse efeito parece mostrar pelo diâmetro dos colmos, que o sistema de Cana crua em relação à Cana queimada, no primeiro ano para cana planta, o canavial se adapta as novas condições edáficas, promovida pela adição sucessiva da palhada a qual favorece o desenvolvimento da microbiota do solo, semelhantes efeitos foram encontrados em mudanças de sistemas de colheita por (Silva, 2000 e Mendoza,1996), e conseqüentemente competição por nutrientes.

As diminuições do diâmetro dos colmos começam a partir dos 357 DAP (figura 15) ou 4ª coleta apesar de não haver diferença estatística entre a 4ª e 6ª época (tabela 19), o mesmo ocorreu com Alvarez & Castro (1999) aos 308 DAC (dias após corte) no primeiro ano e aos 241 DAC no segundo ano. Estas se encontram na fase da curva onde há queda discreta do diâmetro. Essa diminuição poderia estar relacionada com a constatação de que, sob menor luminosidade, os colmos são mais finos (Camargo, 1968), segundo (Alvarez & Castro1999) as datas anteriores ao DAC de maiores diferenças de diâmetro, entre Cana crua e Cana queimada, nos dois anos daquele experimento houve maior auto-sombreamento em Cana queimada que em Cana crua, mostrado pelos dados de índice de área foliar, concordando com os dados aqui encontrados. Segundo (Oliveira 2004) este comportamento foi verificado devido a perda das folhas secas que recobriam o colmo, pois quando se comparou a perda de folhas entre os cultivares estudados, observou-se que a despalha dos colmos teve início no mesmo período.

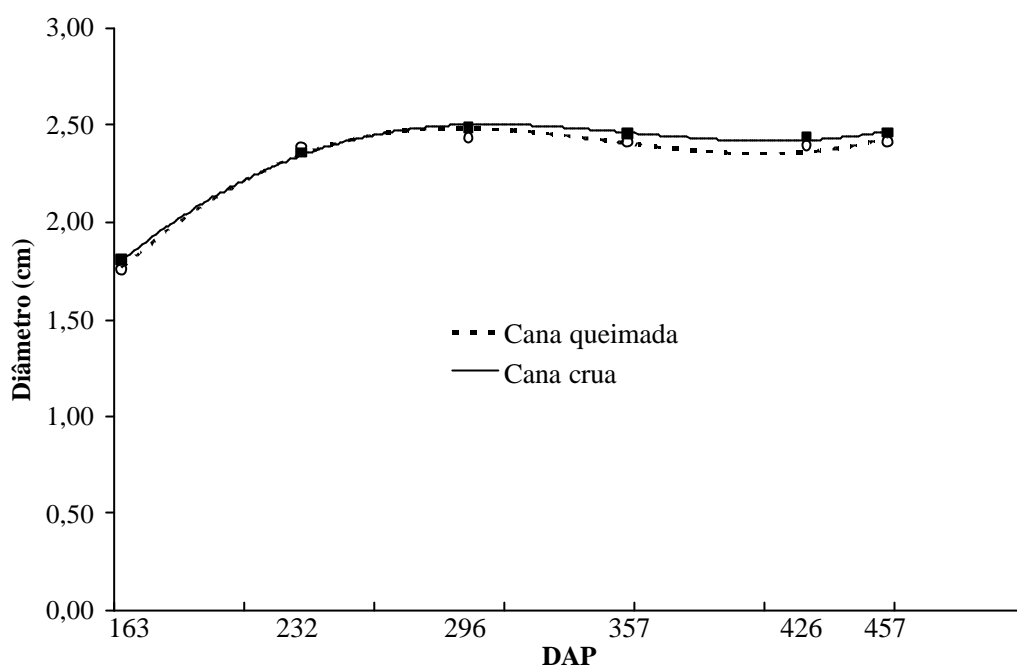


Figura 15. Diâmetro dos colmos, a partir de 6 coletas e 2 tratamentos de manejo de cana- de-açúcar: Cana queimada e cana crua.

Tabela 19. Médias por época de coleta de diâmetro das plantas da cana planta (cm). Média de seis repetições.

Coleta	Diâmetro			Total		
	Crua	Queimada				
1	1,80	a	1,76	a	1,78	C
2	2,36	a	2,39	a	2,38	B
3	2,49	a	2,44	a	2,46	A
4	2,46	a	2,41	a	2,44	AB
5	2,44	a	2,40	a	2,42	AB
6	2,46	a	2,42	a	2,44	AB

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si estatisticamente, minúsculas na horizontal e maiúsculas na vertical, pelo teste de Duncan ($\alpha = 0,05$).

3.6.11 Número de Colmos em Cana Crua e Cana Queimada

Para a cana planta, o número máximo de colmos por metro linear, foi obtido nos meses de setembro, outubro e novembro. A partir daí esse número começou a cair mais bruscamente até fevereiro e mais lentamente até a colheita em agosto sendo iguais na 5ª e 6ª coleta (figura 16 e tabela 20).

A comparação entre o perfilhamento da Cana crua e Cana queimada no presente experimento, apresentou diferenças significativas da 1ª a 3ª e 5ª coleta, sendo maior em Cana crua, Porém, na 4ª e 6ª coleta não ocorrem mais diferenças entre os tratamentos (figura 16 e tabela 20). Assim, as diferenças encontradas inicialmente corroboram com os de Churchward & Poulsen (1988) que encontraram melhor perfilhamento e brotação de socas de Cana crua. Provavelmente se deve ao maior teor de umidade do solo (Singh & Srivastava, 1973), aumento do teor de matéria orgânica (Ceddia, 1999; Mendonza, 2000; Pinheiro, 2007), redução da amplitude térmica (Oliveira, 2001) e redução da erosão, a partir da maior interação entre as frações orgânica e mineral do solo, bem como a proteção da superfície do terreno contra o impacto de gotas de chuva e da água de irrigação, em outras palavras, há redução da degradação das propriedades físicas do solo (Ceddia, 1999). Assim a Cana crua neste experimento promove maior desenvolvimento de brotação e de raízes por gema, discordando da suposição e resultados de alguns autores que indicaram como desvantagem para a Cana crua, a palha como causadora de dificuldade de rebrota (Vasconcelos, 2002). e de Silva, (1997), que segundo este poderia haver falhas de brotação como na Austrália. Uma vez que existe a possibilidade aventada por Vasconcelos (2002), onde as falhas na rebrota em Cana crua ocorreria nas variedades melhoradas, as quais foram desenvolvidas num sistema de colheita com queima, que favorecia a maior taxa de emergência da cana soca e Campos & Marconato (1994) de que o sombreamento e diminuição da temperatura pela palha seria desfavorável ao brotamento da Cana crua, uma vez que a luminosidade é um dos fatores mais importantes. Normalmente a baixa luminosidade reduz o perfilhamento (Casagrande, 1991) e o perfilhamento aumenta à medida que a temperatura se eleva até um máximo em torno de 30°C (Dillewijn, 1960).

Alvarez & Castro (1999) não encontraram diferenças significativas entre Cana crua e a Cana queimada.

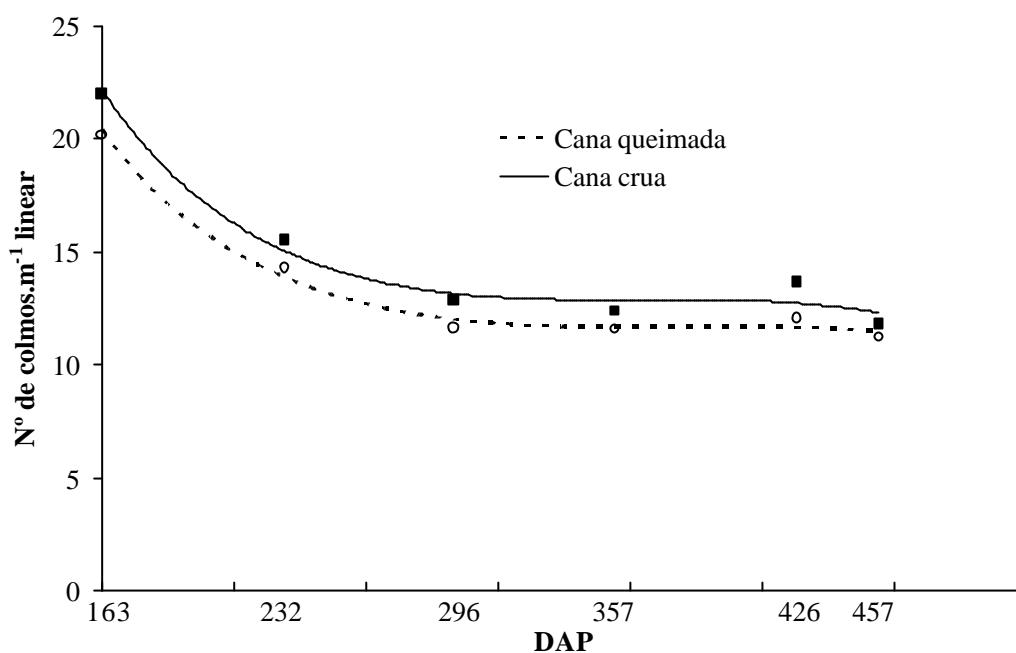


Figura 16. Número de colmos, a partir de 6 coletas e 2 tratamentos de manejo de cana-de-açúcar: Cana queimada e cana crua.

Tabela 20. Médias por época de coleta do número de colmos.m⁻¹ linear da cana planta. Média de seis repetições.

Coleta	Colmos			Total		
	Crua	Queimada				
1	22	a	20	b	21	A
2	16	a	14	b	15	B
3	13	a	12	b	12	CD
4	12	a	12	a	12	D
5	14	a	12	b	13	C
6	12	a	11	a	12	D

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si estatisticamente, minúsculas na horizontal e maiúsculas na vertical, pelo teste de Duncan ($\alpha = 0,05$).

A interação do cultivo X manejo estão na tabela 21. Onde a interação do manejo Cana crua foi maior com preparo convencional e menor com cultivo mínimo. A interação do manejo cana queimada foi maior com preparo convencional e menores com cultivo mínimo.

A interação do manejo X cultivo estão na tabela 21. Onde a interação do sistema de cultivo Preparo convencional foi maior com manejo Cana crua e menor com manejo cana queimada. A interação do sistema Cultivo mínimo foi maior com manejo cana crua e menor com manejo cana queimada. De maneira geral o Cultivo mínimo e o Preparo convencional associado ao sistema de colheita Cana crua são favoráveis à produção de colmos.m⁻¹ linear, em relação ao Cultivo mínimo e Preparo convencional associado a Cana queimada. Portanto não ocorrem perdas na adoção do sistema, sendo possível a sua adoção em cana planta em área comercial.

Tabela 21. Médias das interações entre manejo e cultivo para nº. colmos. m⁻¹ linear da cana planta. Média de seis repetições.

Tratamentos Cultivo	Manejo					
	Cana crua		Cana queimada		Total	
Cultivo mínimo	14	A b	12,5	B b	13,5	
Preparo convencional	15,5	A a	14,5	B a	15	
Média	14,5		13,5		14	

Médias seguidas de mesma letra minúsculas para manejo dentro de cultivo e maiúsculas para cultivo dentro de manejo, não diferem entre si pelo teste de Duncan (a = 0,05).

3.6.12 Produtividade

Na tabela 22 são apresentados os dados relativos à fitomassa fresca de colmos folhas e pontas colhida aos 457 dias nos diferentes sistemas de cultivo. Observa-se que o tratamento renovação do canavial sob Preparo convencional e cultivo mínimo não apresentou diferença estatística significativa na produtividade em cana planta como um todo, concordando com os dados de Grange (2004). Em termos de rendimento relativo (R.R.%), tomando-se o máximo valor cana sob Cultivo mínimo como igual a 100%, a produção de cana sob Preparo convencional correspondeu a 98,7%. Ou seja, a renovação do canavial sem o revolvimento do solo foi equivalente na produção de colmos por hectare em relação ao preparo convencional em cana planta.

Alguns solos com uso de práticas de manejo na produção de cana-de-açúcar, com excessivo preparo do solo, a queima de resíduos da cultura e elevadas fertilizações estão contribuindo para a degradação do solo, com isso refletindo no recente declínio da produtividade na Austrália (Wood, 1985), e na Tailândia (Grange, 2004). Porém, segundo Izidorio (2004), foi verificado em mapas da distribuição dos padrões de variabilidade das perdas por erosão em cana-de-açúcar, que houve poucos locais com perdas iguais ou superiores a T ou tolerância de perdas de solo por erosão, proposto por Oliveira, (2004), permitindo inferir que há condições de sustentabilidade do solo quanto a conservação das suas propriedades físicas e químicas na quase totalidade da área estudada em Guariba - SP, apesar do preparo do solo ser alinhado no sentido da declividade (8,1%) do terreno. Este fato explicaria porque não houve diferenças num primeiro momento em cana planta, entre os dois tipos de preparo do solo neste experimento e na Tailândia (Grange, 2004). Mas poderão ocorrer diferenças de produtividade e de lucratividade a médio e longo prazo.

Houve diferença para a variável folha, sendo maior para a cana sob Cultivo mínimo com 5,69 t.ha⁻¹ e menor para cana em Preparo convencional com 4,41 t.ha⁻¹. Em nível de

rendimento relativo foi 100% e 77,5%, respectivamente. Esse efeito parece mostrar pela produtividade de folhas, que na mudança do sistema de cana Preparo convencional para cana Cultivo mínimo, no primeiro ano para cana planta, o canavial se adapta as novas condições edáficas, onde o não revolvimento do solo desfavorece a mineralização da matéria orgânica.

Para a produtividade de pontas, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Em nível de rendimento relativo foi 100% para Cultivo mínimo e menor para preparo convencional com 93%.

Na tabela 22 são apresentados os dados relativos à fitomassa fresca de colmos folhas e pontas colhida aos 457 dias nos diferentes sistemas de colheita. Observa-se na tabela que o tratamento renovação do canavial cana com queima e cana sem queima do palhiço não resultou em uma produtividade maior, não havendo diferença estatística significativa entre as produções dos tratamentos em cana planta, concordando com os de Souza et al. (2005). Em termos de rendimento relativo (R.R.%), tomando-se o máximo valor Cana crua como igual a 100%, a produção de Cana queimada correspondeu a 91,9%. Ou seja, a renovação do canavial sem a queimada, favoreceu a produção de colmos por hectare em relação à Cana queimada em cana planta. Outro fato interessante é que não houve redução na produção de colmos após a renovação do canavial e a implantação do sistema de colheita sem a prévia queima do palhiço para cana planta.

Não houve diferença para a variável palha. Em nível de rendimento relativo foi 100% para Cana queimada, e 95,7% para Cana crua. Esse efeito parece mostrar pela produtividade de palhas, que na mudança do sistema de Cana queimada para Cana crua, no primeiro ano para cana planta, o canavial se adapta as novas condições edáficas.

Para a produtividade de pontas, houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo maior para Cana crua com 14,84 t.ha⁻¹ e menor em Cana queimada com 12,47 t.ha⁻¹. Em nível de rendimento relativo foi 100% e 84%, respectivamente.

Esse material orgânico permanecendo no sistema através da manutenção dos resíduos sobre o solo como cobertura morta, auxilia na estruturação do solo, promove a manutenção de nutrientes, incrementa a atividade microbológica do solo (Cerri & Moraes, 1992), aumenta a retenção de água no solo (Souza et al., 2005), promove proteção contra a erosão e controle do desenvolvimento de invasoras (Boddey et al., 1989). A Cana crua evidência que quando comparada à Cana queimada, é a que está com mais estruturas fotossintéticas ativas, podendo manter sua atividade por um período maior, uma vez que aumentos significativos na produção foram obtidos para a variedade de folhas erectas, pelo aumento da densidade populacional (Casagrande, 1991).

Tabela 22. Produção de colmos (rendimentos absolutos e relativos), palhas e pontas em resposta a dois sistemas de cultivo e dois sistemas de colheita para a 6ª coleta.

Faixa	Crua		Queimada		Total	
		R.R %		R.R %		R.R %
Colmos						
	-----t. ha ⁻¹ -----					
Prep. convencional	93,33		90,17		91,75	A 98,7
Cultivo mínimo	99,17		86,67		92,92	A 100
Média	96,25	a 100	88,42	a 91,9	92,33	
Palha						
	-----t. ha ⁻¹ -----					
Prep. convencional	4,2		4,62		4,41	B 77,5
Cultivo mínimo	5,67		5,71		5,69	A 100
Média	4,94	a 95,7	5,16	a 100	5,05	
Pontas						
	-----t. ha ⁻¹ -----					
Prep. convencional	14,68		11,63		13,16	A 93
Cultivo mínimo	15		13,3		14,15	A 100
Média	14,84	a 100	12,47	b 84	13,65	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si estatisticamente, minúsculas na horizontal e maiúsculas na vertical, pelo teste de Duncan (a = 0,05). C.V. para Colmos t. ha⁻¹ (13,136), Folhas t. ha⁻¹ (18,263) e Pontas t. ha⁻¹ (15,537),

3.7 CONCLUSÕES

De acordo com os dados obtidos no experimento pode-se concluir que:

Os sistemas de preparo do solo adotados na renovação não afetaram a altura em cana planta.

Os diâmetros dos colmos foram maiores no sistema cultivo mínimo na 3ª e 4ª coleta na renovação, em cana planta.

O perfilhamento da cana foi maior no sistema preparo convencional até a 4ª coleta, sendo igual ao do cultivo mínimo ao final do ciclo da cultura.

A produtividade de folhas foi maior no sistema cultivo mínimo na renovação, em cana planta.

Após 16 anos de cultivo, a renovação do canavial sob preparo convencional e cultivo mínimo apresentou produtividades de colmos iguais em cana planta.

Os sistemas de colheita adotados na renovação do canavial não afetaram a altura em cana planta.

Os sistemas de colheita adotados na renovação não afetaram o diâmetro dos colmos em cana planta.

O perfilhamento foi maior em cana crua até a 3ª e 5ª coleta, igualando-se ao final do ciclo, refutando a influência negativa da palha na rebrota em cana planta.

Não ocorreram diferenças na produtividade de folha em função dos sistemas de colheita adotados.

Houve diferenças na produtividade de ponteiros em função dos sistemas de colheita adotados, sendo maior para a cana crua.

A renovação do canavial após 16 anos de cultivo com cana crua e queimada resultou em produtividades iguais em cana planta.

4. CONCLUSÕES GERAIS

Os sistemas conservacionistas afetaram inicialmente a altura e o diâmetro da cana-de-açúcar. Porém, ao longo do período, todos os dados biométricos se igualaram ao final do ciclo da cana planta.

O perfilhamento da cana-de-açúcar no sistema colheita cana crua não foram influenciados pela presença do palhicho na área.

No cultivo da cana-de-açúcar com e sem queima do palhicho, observou-se maior produtividade de ponteiros no sistema cana crua, promovendo incrementos no rendimento dos colmos em solo de tabuleiro costeiro.

Os sistemas de cultivo mínimo e cana crua são práticas que potencializam, a partir de folhas e ponteiros, a adição e o acúmulo de material orgânico no sistema, promovem economia no preparo do solo com maior conservação do ambiente a partir da menor mineralização da matéria orgânica e conseqüentemente menor erosão.

Como recomendação para o Estado do Espírito Santo pode-se substituir o preparo convencional pelo cultivo mínimo para o cultivo da cana-de-açúcar em Argissolo Amarelo textura arenosa/média.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, I.A. & CASTRO, P.R.C. crescimento da parte aérea de cana crua e queimada Scientia Agricola, v.56, n.4, p.1069-1079, 1999.
- AMARAL, F. C. S.; PEREIRA, N. R.; CARVALHO Jr.; W. Principais limitações dos solos do Brasil, EMBRAPA solos, site: [www.cnps.embrapa.br/solosbr/\(2004\)](http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/(2004)), RJ, 1999.
- ANJOS, L. H. C. dos, Caracterização, gênese, classificação e aptidão agrícola de uma seqüência de solos do terciário na região de Campos, RJ. Itaguaí, RJ, 1985. 160f. Dissertação (Mestrado em Agronomia- Ciência do solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1985.
- ARAÚJO, A. P, Análise de variância em experimentos de análise de crescimento vegetal: um estudo de caso. In: XXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 1995, Viçosa, MG. Resumos... Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p. 1311-1313.
- ARAÚJO, A. P, Crescimento do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) adubado com fósforo e colonizado com fungos micorrízicos vesículo-arbusculares. Itaguaí, 1992. 175f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1992.
- AZEREDO, D.F. Colheita da cana-de-açúcar com e sem queima. Campos dos Goytacazes, UFRRJ, Campus “Dr. Leonel Miranda”, 1994. 46p. (mimeo.).
- AZEREDO, D.F. Eficiência da adubação nitrogenada em cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) em dois solos do Estado do Rio de Janeiro: Cana-planta. Seropédica. 1997. 194 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do Solo) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Agronomia. 1997.
- BERNER, P. G. M.; LIMA, E; ANJOS, L; FLORENCIO, M. Efeito do manejo de cana-de-açúcar na fertilidade do solo. In: Jornada de Iniciação Científica da UFRRJ, 5., Seropédica. Resumos. Seropédica: JICUFRRJ, 5., p.8, 1995.
- BERTONI, J.; PASTANA, F. I.; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI Jr, R. Conclusões gerais das pesquisas sobre conservação do solo no instituto agrônomo, Campinas, Instituto Agrônomo, 2ª impressão, 1982, Circular 20. p.57, in: LOMBARDI NETO, F.; BELLINAZI Jr. R. Simpósio sobre terraceamento agrícola, Campinas, SP, Fundação Cargill, 1998.
- BODDEY, R.M.; URQUIAGA, S. LIMA, E.; LIRA, I.; DÖBEREINER, J. Influência da queima, aplicação de nitrogênio e vinhaça na cultura da cana-de-açúcar. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 22, Recife, 1989. Programas e resumos, Recife, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.101, 1989.
- BODDEY, R.M.; OLIVEIRA, O.C.; GUIMARÃES, H.D.; URQUIAGA, S. Efeito de queima e aplicações de vinhaça e adubo nitrogenado no rendimento e acúmulo de nitrogênio da cana-de-açúcar. In: Congresso Nacional da STAB, 5, Águas de São Pedro, SP, 1993. Anais. Piracicaba, SP: STAB, p.82-86, 1993.

- BULL, T. A., GLASZIOU, K. T. Sugar cane. In: EVANS, L. T. Crop physiology. Cambridge University, p.51-72. 1975.
- CALBO, A. G., SILVA, W. L., TORRES, A. C. Ajuste de funções não lineares de crescimento. Revista brasileira de fisiologia vegetal, Londrina, 1: 9-18. 1989b.
- CAMARGO, P.N. Fisiologia da cana-de-açúcar. Piracicaba: ESALQ, 1968. 38p.
- CAMPOS, M, S.; MARCONATO, A. Sistema cana crua x cana queimada. CLAAS 2000. STAB, v.12, n. 13, p.10-17, 1994.
- CAMPOS, M, S.; MARCONATO, A. Sistema cana crua x cana queimada. CLAAS 2000. STAB, v.12, n. 13, p.10-17, 1994.
- CAMILOTTI, F., ANDRIOLI, I. DIAS, F. L. F., CASAGRANDE, A. A., SILVA, A. R. da, MUTTON, M. A., CENTURION, J. F. Efeito prolongado de sistemas de preparo do solo com e sem cultivo de soqueira de cana crua em algumas propriedades físicas do solo. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.25, n.1, p.189-198, 2005.
- CASAGRANDE, A. A. Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar. Jaboticabal, FUNEP, p.157, 1991.
- CASAGRANDE, J. C.; DIAS, N. M. P. Atributos químicos de um solo com mata natural e cultivado com cana-de-açúcar. STAB, v.17, n.5, p.35-37, 1999.
- CEDDIA, M. B. Efeitos do sistema de corte na produção de cana-de-açúcar e em propriedades físicas de solo de Tabuleiro no Espírito Santo. Seropédica, 1996, 89p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência do Solo) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1996.
- CEDDIA, M. B.; ANJOS, L. H. C.; LIMA, E.; RAVELLI NETO, A.; SILVA, L. A. Sistemas de colheita da cana-de-açúcar e alterações nas propriedades físicas de um solo Podzólico Amarelo no Estado do Espírito Santo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.34, n.8, p.1467-1473, 1999.
- CERRI, C. C. & MORAES, J. F. L., Conseqüências do uso e manejo do solo no teor de matéria orgânica. In: Encontro Sobre Matéria Orgânica do Solo, Botucatu, 1992, Anais. Botucatu. Universidade Estadual de São Paulo, p. 26-36, 1992.
- CERRI, C. C.; FELLER, C.; CHAUVEL, A., Evolução das principais propriedades de um Latossolo Vermelho Escuro após desmatamento e cultivo por doze e cinquenta anos com cana-de-açúcar. Cahiers Orstom, Série Pédologie, Bondy, v.6, p. 37-50, 1991.
- CESNIK, R., Melhoramento da cana-de-açúcar. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica, 2004. 307p.
- CHURCHWARD, E. H.; POULSEN, N. J. Review of harvesting developments. In: congress of the Australian society of sugarcane technologists, Sydney, 1988. Proceedings. Sydney, 1988. p. 1-6.

CROXTON, F. E., COWDEN, D. J. Estatística geral e aplicada. Rio de Janeiro: IBGE, 1952. 1096p.

DILLEWIJN, C. N. Botanique de la canne a sucre. Wageningen, Veenman & Zonen. Holande, p.591, 1960.

DONZELLI, J. L., Preservação dos solos agrícolas. In: MACEDO, I. C., A energia da cana-de-açúcar - doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. São Paulo: Berlendis & Vertcchia: ÚNICA, 237p. 2005

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Espírito Santo. Boletim técnico, Rio de Janeiro, RJ, EMBRAPA/SNLCS, n.45, 1978, 461 p.

EMBRAPA. Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes – Brasília: Embrapa, 1999. 370p.

EVANS, C. G., The quantitative analysis of plant growth. Oford: Blackwel, 1972. 734p.

FILHO, L. G. M., Mudanças globais do clima: o conhecimento atual. In: MACEDO, I. C., A energia da cana-de-açúcar - doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. São Paulo: Berlendis & Vertcchia: ÚNICA, 237p. 2005

FRANÇA, M. G. C. Análise do crescimento e do acúmulo de nitrogênio em duas cultivares de arroz contrastantes em hábito de crescimento. Seropédica, 1995, 135p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência do Solo) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1995.

FREITAS, G. R. de, Cana-de-açúcar cultivo e utilização. Fundação Cargill. Campinas, SP, v.1, p.271-332. 1987.

GARCIA, S. L. R., Estatística experimental. Curso de extensão. UFV. 2001. xxxp.

GAVA, G. J. C. et al. Crescimento e acúmulo de nitrogênio em cana-de-açúcar cultivada em solo coberto com palhada. Pesq. Agropec. bras., Brasília, v.36, n. 11, p. 1347-1354, 2001.

GOMES JUNIOR, R. N.; MELO, F. J. R.; BARBOSA, G. V. S.; TENÓRIO, C. J. M. Efeito do cultivo da cana-de-açúcar em algumas características químicas e físicas em solos dos tabuleiros costeiros de Alagoas. In: Congresso Nacional da STAB, 6., Maceió, AL. Anais... Maceió: STAB, 6., p.486-492, 1996.

GRANGE, I., PRAMMANEE, P., PRASERTSAK, P., Comparative analysis of different tillage systems used in sugarcane (Thailand). AFBMNetwork conference-proceedings of contributed papers., Autralia, v.36, n. 11, p. 1-6, 2004

GUEDES, C.A.B. Volatilização de N e alterações químicas do solo sob cultivo de cana-de-açúcar com aplicação de vinhaça e diferentes formas de colheita. Seropédica. 2002. 92 p. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do Solo) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Agronomia. 2002.

HUNT, R. Plant growth analysis. London: Edward Arnold, 1978. 76p. (Studies in Biology, 96)

HUNT, R. Plant growth curves. The functional approach to plant growth analysis. London: Edward Arnold, 1981. 248p.

IRVINE, J.E. Sugarcane. In: SYMPOSIUM ON POTENTIAL PRODUCTIVITY OF FIELD CROPS UNDER DIFFERENT ENVIROMENTS. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, 1983. Proceedings. Los Baños: IRRI, p.361-381, 1983.

IZIDORIO, R.; FILHO, M. V. M.; JUNIOR, J. M.; SOUZA, Z. M de, PEREIRA, G. T., Perdas de nutrientes por erosão e sua distribuição espacial em área sob cana-de-açúcar. Jaboticabal, SP, 2004. 10p. Monografia (trabalho de graduação em engenharia agrônômica)- Departamento de Solos e Adubos, UNESP, 2004. site: www.monografias.com acessado 10/05/2007.

JACOMINE, P.K.T. Fragipans em solos de “tabuleiros”; características, gênese e implicações no uso agrícola. Recife, PE, 1974. 83p. Tese (Livre Docência) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1974.

JACOMINE, P.K.T. Distribuição geográfica, características e classificação dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. In: Reunião técnica sobre solos coesos dos tabuleiros costeiros, 1996. Cruz das Almas, BA: Anais... Aracaju- SE. 1996. 80p.

KORNDORFER, G. H. Crescimento e distribuição do sistema radicular de cana-de-açúcar em LVA. Copersucar, 1989. p.47-89 (Boletim Técnico).

LIMA, M. A., Oportunidades: potencial de negócios em agropecuária, florestas, energia e resíduos, NT Solos e Pecuária, EMBRAPA, 2003.

MACEDO, I.C.; KOLLER, H.W. Balanço de energia na produção de açúcar e álcool nas usinas cooperadas em 1996. International Report, Centro Tecnológico da Copersucar, Piracicaba, 23 p. 1997.

MACEDO, I. C., Emissões de GEE do setor de açúcar e etanol no Brasil: valores atuais e esperados. In: MACEDO, I. C., A energia da cana-de-açúcar - doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. São Paulo: Berlendis & Vertecchia: ÚNICA, 237p. 2005

MARTINS, L. M., LANDELL, M. G. de A. Conceitos e critérios para avaliação experimental em cana-de-açúcar utilizados no Programa Cana IAC. Pindorama: s.n., 1995. 45p.

MENDOZA, H. N. S. Efeitos de sistemas de colheita dos canaviais sobre propriedades químicas e biológicas em solo de tabuleiro no Espírito Santo. Seropédica, 1996, 113p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência do Solo) –Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1996.

MENDOZA, H. N. S.; LIMA, E.; ANJOS, L. H. C.; SILVA, L. A.; CEDDIA, M. B.; ANTUNES, M. V. M. Propriedades químicas e biológicas de solo de tabuleiro cultivado com

cana-de-açúcar com e sem queima da palhada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.24, n.1, p.201-207, 2000.

NASCIMENTO, G. B. do, Caracterização dos solos e avaliação de propriedades edáficas em ambientes de tabuleiros costeiros da região norte fluminense (RJ). Seropédica. 2001. 162f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2001.

NETER, J.&WASSERMAN, W. *Applied linear statistical models*. Homewood, Illinois, Richard D. Irwin, 1974, 842p.

OADES, J. M., Soil organic matter and structural stability: Mechanisms and implications for management. *Plant Soil*, Netherlands, v.76, p.319-337, 1984.

OLIVEIRA, L. E. M. de, MESQUITA, A. C., FREITAS, R. B. de, Análise de crescimento de plantas. UFLA. Lavras. 8f. 2002.

OLIVEIRA, F.P., Determinação da tolerância de perdas por erosão para as principais ordens de solos do estado da Paraíba. Areia, 2004. 92f. Monografia (trabalho de graduação em engenharia agrônoma) Centro de Ciências Agrárias, UFP. 2004.

OLIVEIRA, J. C. M., TIMM, L. C., TOMNAGA, T. T., CÁSSARO, F. A. M., REICHARDT, K., BACCHI, O.O. S., DOURADO NETO, D., CÂMARA, G. M. DE S., Soil temperature in a sugar-cane crop as a function of the management system. *Plant Soil*, Netherlands, v.230, p.61-66, 2001.

ORLANDO Fº, J. & ZAMBELLO, E.J., Distribuição e conservação dos solos com cana-de-açúcar no Brasil. In: ORLANDO Fº, J., *Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil*. IAA/PLANALSUCAR. Piracicaba, n.2, p.41-73, 1983.

PEIXOTO, A. A. Cultivo de cana-de-açúcar e conservação dos solos nos Estados da Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro. *Álcool & Açúcar*, São Paulo, n.30, p.42-52, 1986.

PEREIRA, A. R., MACHADO, E. C. Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais. Campinas, Instituto Agrônomo, n.114, 1987, 33p.

PERIN, L. Estudo da comunidade de bactérias diazotróficas do gênero *Burkholderia* em associação com cana-de-açúcar e descrição de *Burkholderia silvatlantica*. Seropédica. 2007. 103f. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2007.

PIMENTEL, D. & KRUMMEL, J. Biomass energy and soil erosion: assessment of resource costs, *Biomass*, v.14, p. 15-38, 1987.

PINHEIRO, E. F. M. Fracionamento físico e caracterização da matéria orgânica do solo sob diferentes coberturas vegetais. Seropédica. 2007. 101p. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2007.

RAMESH, P. Effect of different levels of drought during the formative phase on growth parameters and its relationship with dry matter accumulation in sugarcane. *J. Agronomy & Crop Science*. Berlin, v.185, p.83-89, 2000.

RAMESH, P., MAHADEVASWAMY, M. Effect of formative phase drought on different classes of shoots, shoot mortality, cane attributes, yield and quality of four sugarcane cultivars. *J. Agronomy & Crop Science*. Berlin, v. 185, p.249-258, 2000.

RAVELLI NETO, A., LIMA, E. Caracterização de uma topossequência de solos sobre sedimentos do Terciário e Quaternário em Linhares-ES. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21., 1987, Campinas. Programas e resumos... Campinas: SBCS, p.166, 1987.

REZENDE, O. de J. Os solos coesos dos tabuleiros costeiros: Limitações agrícolas e manejo. Salvador. SEAGRI-SPA, (série estudos agrícolas 1), 2000. 117p.

REZENDE, O. de J. Apresentação. In: Nogueira, L. R. Q., Nogueira, R. C. (ed). Reunião Técnica Sobre Solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros. Anais... Cruz das Almas: EAUFBA/GVFBA, EMBRAPA/CNPMP, 1996.

RESENDE, A. S.; XAVIER, R. P.; OLIVEIRA, O. C.; URQUIAGA, S.; ALVES, B.J. R. & BODDEY, R. M. Long-term effects of pre-harvest burning and nitrogen and vinasse applications on yield of sugar cane and soil carbon and nitrogen stocks on a plantation in Pernambuco, N.E. Brazil. *Plant Soil*, 281:339-351, 2006a.

RESENDE, A. S.; SANTOS, A.; XAVIER, R. P.; COELHO, C. H.; GONDIN, A.; OLIVEIRA, O. C.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. URQUIAGA, S. Efeito da queima da palhada da cana-de-açúcar e de aplicações de vinhaça e adubo nitrogenado em características tecnológicas da cultura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30:937-941, 2006b.

ROCHA, A. M. C. Emergência, perfilhamento e produção da cana-de-açúcar (*saccharum spp*) em função das épocas de plantio no Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ-USP, p.154, 1984. (Dissertação de mestrado).

ROSSETTO, R., A cultura da cana, da degradação à conservação. *Visão Agrícola*, ESALQ-USP, ano 1, 2004.

ROSSIELLO, R. O. P. Bases fisiológicas da acumulação de nitrogênio e potássio em cana-de-açúcar (*Saccharum, spp, cv. NA 56-79*) em resposta à adubação nitrogenada em Cambissolo. Piracicaba, 1987, 172p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1987.

SIDIRAS, N., PAVAN, M. A. Influência do sistema de manejo na temperatura do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.10, p.181-184, 1986.

SIDIRAS, N., PAVAN, M. A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.3, p.249-254, 1985.

SILVA, G. M. A. Cana crua x cana queimada. Restrições técnicas e implicações sociais e econômicas. In: Semana da cana-de-açúcar de Piracicaba, 2., Piracicaba, 1997. Resumos. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 55-57.

SILVA, L. A. da., Efeitos da renovação do canavial com diferentes sistemas de colheita, implantado com cultivo mínimo, sobre as propriedades químicas do solo, análise do crescimento, produtividade e acúmulo de nitrogênio em cana soca. Seropédica, 2000. Dissertação (Mestrado e Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2000.

SILVA, L. A. da., Dinâmica do nitrogênio da uréia (15N) e utilização do N da palhada (15N) em cana soca colhida com e sem queima e aplicação de vinhaça. Seropédica, 2004. xxf. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do Solo)- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2004.

SILVA, M. S. L., RIBEIRO, M. R. Influência do cultivo contínuo de cana-de-açúcar em propriedades morfológicas e físicas de solos argilosos de tabuleiro no Estado de Alagoas. R. Brás. Ci. Solo, v 16, p. 397-402, 1997.

SILVA, D. K. T, Crescimento de cultivares de cana-de-açúcar em primeira soca na região noroeste do Paraná na safra de 200/2003. 2005. Dissertação UFPR, 79p. 2005.

SIMÕES NETO, D. E.; SILVA, J. C. C.; GUEDES, W. B.; ARAÚJO, J. F. Estudo da viabilidade do cultivo mínimo nos tabuleiros costeiros da região nordeste do Brasil. In: Congresso Nacional da STAB, 4., Olinda, PE. Anais... Olinda: STAB, 4., p.139-143, 1987.

SINGH, S & SRIVASTAVA, K. K. Effects of soil - water potential on germination of sugar cane setts. Indian J. of Agric. Science, 44: 184-187, 1973.

SOUZA, D. Influência da adubação nitrogenada sobre a área foliar e a acumulação de fitomassa em quatro variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) irrigadas, no ciclo de primeira soca. Itaguaí, 1995, 59p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1995.

SOUZA, Z. M. PRADO, R. de M., PAIXÃO, A. C. S., CESARIN, L. G. Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.4, n.2, p.249-256, 2005.

URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; OLIVEIRA, O. C.; LIMA, E.; GUIMARÃES, D. H. V. A importância de não queimar a palha na cultura da cana-de-açúcar. Comunicado técnico, EMBRAPA, Seropédica, RJ, n.5, 1985, 12p.

URQUIAGA, S.; RESENDE, A. S.; QUESADA, D. M.; SALES, L.; GONDIN, A.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Efeito das aplicações de vinhaça, adubo nitrogenado e da queima no rendimento de cana-de-açúcar. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26, Rio de Janeiro, 1997. CD-ROM

VASCONCELOS, A.C. M. Desenvolvimento do sistema radicular da parte aérea de socas de cana-de-açúcar sob dois sistemas de colheita: crua mecanizada e queimada manual. Jaboticabal, 2002. 140p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2002.

VITTI, A.C.. Utilização pela cana-de-açúcar (cana planta) do nitrogênio da uréia (15N) e do mineralizado no solo em sistemas de manejo com e sem a queima. Piracicaba, 1998. 93p. Dissertação (Mestrado). Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.

WEBER, H.; AZEREDO, D. F. Adubação nitrogenada e potássica em diferentes ciclos da cana-de-açúcar e épocas durante a safra. In: Seminário Bienal de Pesquisa da UFRRJ, 8. Seropédica. Anais... Seropédica: SBPUFRRJ, 8, p.28, 1997.

WOOD, A. W., Soil degradation and management under intensive sugarcane cultivation in North Queensland. Soil use and management, 1 (4), p.120-124, 1985.

ZAMBELLO JUNIOR, E.; HAAG, H. P.; ORLANDO FILHO., J. Adubação NPK e localização em soqueiras de cana-de-açúcar, variedade CB41-76. Brasil Açucareiro, v.96, n.4, p. 220-230, 1980.

ZIMMERMANN, F. J. P. Efeito de heterogeneidade de variância e distribuição de probabilidade dos dados sobre o poder e o tamanho do teste F. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.11/12, n.22, p.1209-1213. 1987.

ZONTA, E. Caracterização fisiológica da resposta à adubação nitrogenada em duas cultivares de arroz. Seropédica, 1996, 179p. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Ciência do Solo) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1996.

6. ANEXOS

Tabela 23. Variância amostral para o efeito manejo e cultivo, dos dados originais e após a sua transformação em logaritmos naturais, de altura, diâmetro e número de colmos, durante o período experimental. 2º experimento.

tratamentos	S ² altura	S ² diâmetro	S ² n° de colmos	S ² tch
Efeito manejo	0,1092*	0,013*	0,055	
Efeito cultivo	0,131	1,154	2,253	
	S ² ln altura	S ² ln diâmetro	S ² ln n° de colmos	
Efeito manejo	0,000	0,001	0,103	
Efeito cultivo	0,047	0,432	0,087*	
	Valor (P=0.05)	Valor (P=0.01)		
B	3,840	6,635		

B: coeficiente B do teste de Bartlett; valores superiores a **3,84 e 6,63**, indicam heterogeneidade das variâncias.

* dados usados na análise de variância.

Tabela 24. Variância amostral para o efeito época, dos dados originais e após a sua transformação em logaritmos naturais, de altura, diâmetro e número de colmos, durante o período experimental. 2º experimento.

	S ² altura	S ² diâmetro	S ² n° de colmos	S ² tch
Efeito época	21,555*	6,446*	21,014	
	S ² ln altura	S ² ln diâmetro	S ² ln n° de colmos	
	38,626	23,237	1,207*	
	Valor (P=0.05)	Valor (P=0.01)		
B	11,070	15,086		

B: coeficiente B do teste de Bartlett; valores superiores a **11,07 e 15,08**, indicam heterogeneidade das variâncias.

* dados usados na análise de variância.

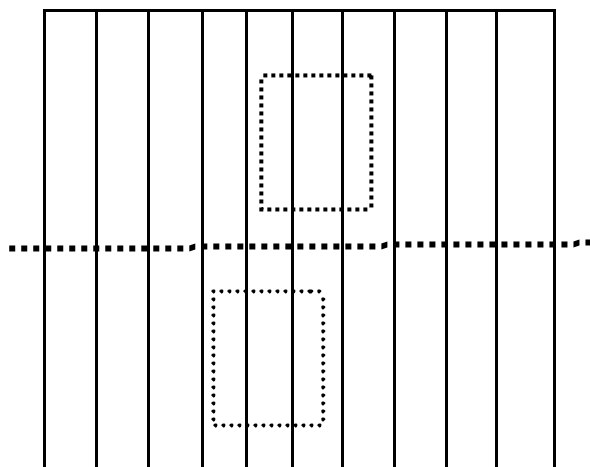


Figura 17. Colheita em duas áreas com três linhas úteis em cada parcela para avaliação da produtividade de colmos e aporte de matéria orgânica.