

UFRRJ

INSTITUTO DE AGRONOMIA

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

DISSERTAÇÃO

**Efeito Residual da Adubação em Cana Planta e
Adubação Nitrogenada em Cana de Primeira Soca
com Aplicação de Vinhaça**

Nivaldo Schultz

2009



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

**EFEITO RESIDUAL DA ADUBAÇÃO EM CANA PLANTA E
ADUBAÇÃO NITROGENADA EM CANA DE PRIMEIRA SOCA COM
APLICAÇÃO DE VINHAÇA**

NIVALDO SCHULTZ

Sob a Orientação do Professor
Eduardo Lima

e Co-orientação do Professor
Marcos Gervasio Pereira

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
Fevereiro de 2009

633.61

S387e

T

Schultz, Nivaldo, 1978-

Efeito residual da adubação em cana planta e adubação nitrogenada em cana de primeira soca com aplicação de vinhaça / Nivaldo Schultz - 2009.

67 f. : il.

Orientador: Eduardo Lima.

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

Bibliografia: f. 31-38.

1. Cana-de-açúcar - Adubos e fertilizantes - Teses. 2. Cana-de-açúcar - Colheita - Teses. 3. Nitrogênio - Fixação - 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

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

NIVALDO SCHULTZ

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 28/02/2009

Eduardo Lima. Dr. UFRRJ
(Orientador)

Everaldo Zonta. Dr. UFRRJ

Francirose Shigaki. Dr^a. UFMA

DEDICATÓRIA

*Dedico a meu filho Guilherme, minha filha
Sophia e a minha mulher Evelyne*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ser o pai criador da terra e tudo o que nela existe e sempre estar com aqueles que buscam seus objetivos e caminhos baseados em seus ensinamentos.

Ao CPGA-CS - Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo.

Ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

A FAPUR – Fundação de Apoio a Pesquisa da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Ao Campus Dr. Leonel Miranda.

A Destilaria ALCON.

A todas as instituições que apoiaram o desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos e funcionários do Campus Leonel Miranda que não mediram esforços para que este trabalho tivesse êxito, principalmente Geraldo e Gilson.

Aos colegas bolsistas e estagiários da Rural que colaboraram com o trabalho duro no campo nas colheitas.

Ao professor Everaldo Zonta pelo apoio constante na estatística, nos cálculos dos parâmetros analisados e na montagem das tabelas.

Aos amigos Orlando, Moraes e Beth.

Ao orientador Eduardo Lima pela dedicação e o bom convívio ao longo desse período.

Ao orientador da graduação e co-orientador do mestrado Marcos Gervasio Pereira pela colaboração na minha formação acadêmica.

Ao professor Marcio Bassetti que assumiu o papel do pai que nunca conheci, dando incentivo para que eu chegasse onde hoje estou.

Aos primos Wilson Kempin, Arlindo Kempin e Hilário Kempin que sempre me incentivaram e apoiaram financeiramente todas as vezes que precisei.

A todos meus familiares e amigos, especialmente Raphael Pavesi Araújo que sempre depositaram muita confiança em mim.

A Evelyne Cunha Lima, que sempre esteve ao meu lado, ajudando a tornar-me um homem sonhador e motivado a buscar todos os dias os meus ideais de forma sincera, honesta e transparente.

Enfim, agradeço a todas as pessoas e instituições que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui. Meu muito obrigado a todos.

BIOGRAFIA

Nivaldo Schultz, nascido em Nova Venécia, ES, é Técnico em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Federal de Colatina, ES, onde ingressou em 1999 formando-se em 2001. Ingressou na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em 2002, onde obteve o Título de Engenheiro Agrônomo em 2007. Foi estagiário do laboratório de Gênese, Morfologia e Física do Solo da UFRRJ entre 2002 e 2005, bolsista de Iniciação Científica pelo CNPq entre 2005 e 2007. Ingressou no Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo em setembro de 2007, sendo orientado pelo Professor Eduardo Lima e co-orientado pelo Professor Marcos Gervasio Pereira da UFRRJ.

RESUMO

SCHULTZ, Nivaldo. **Efeito residual da adubação em cana planta e adubação nitrogenada em cana de primeira soca com aplicação de vinhaça.** 2009. 59f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do Solo) - Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

A manutenção da palhada da cana-de-açúcar, associada à aplicação de vinhaça complementada com adubação nitrogenada, poderá melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, podendo resultar em ganho de produtividade da cultura. Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito residual da adubação do ciclo anterior, na cana planta e a adubação da cana de primeira soca. Para tal, foram quantificados: a produtividade de colmos; produção de palhada e pontas; teor e acúmulo de nutrientes nos colmos, palhada e pontas e a qualidade tecnológica da matéria prima da cana-de-açúcar com e sem aplicação de vinhaça e adubação nitrogenada sob diferentes sistemas de colheita. O experimento foi conduzido na área da destilaria ALCON no município de Conceição da Barra – Estado do Espírito Santo, do ano de 2005 até 2007. O experimento foi instalado em um Argissolo Amarelo em ambiente de Tabuleiros Costeiros. A variedade utilizada foi a RB 86 7515. O delineamento experimental utilizado foi bloco ao acaso com quatro repetições, no esquema fatorial 2 x 7, com parcelas subdivididas. Os tratamentos foram: Testemunha com aplicação de vinhaça; vinhaça + 80 kg de N ha⁻¹ incorporado ao solo; vinhaça + 40 kg de N ha⁻¹ em cobertura sobre o solo; 120 kg de K₂O + 80 kg de N ha⁻¹ incorporado ao solo; vinhaça + 80 kg de N ha⁻¹ em cobertura sobre o solo; 120 kg de K₂O + 80 kg de N ha⁻¹ em cobertura sobre o solo e a testemunha absoluta do experimento. As adubações foram realizadas um mês após o corte da cana planta, sendo seu efeito avaliado na primeira soca. Não houve efeito residual significativo das adubações dos anos anteriores na produtividade de colmos da cana planta. O uso da vinhaça complementada com N incorporado ao solo apresentou produtividade superior às demais doses de adubação na cana de primeira soca. O uso da dose de vinhaça utilizada foi tão eficiente quanto à dose de K₂O aplicada nos tratamentos sem vinhaça. A manutenção da palhada sobre o solo proporcionou aumento significativo na produção de colmos na cana de primeira soca. A qualidade tecnológica da matéria prima da cana de primeira soca não foi afetada pelos manejos antes da colheita de cana crua e queimada. O acúmulo e distribuição de nutrientes na palhada, pontas e colmos ocorreram de forma semelhante entre cana planta e cana de primeira soca.

Palavras - chave: *Saccharum sp.* Colheita da cana. Adubação da cana-de-açúcar.

ABSTRACT

SCHULTZ, Nivaldo. **Fertilizing residual effect in sugarcane plant and nitrogen fertilizing of first ratoon cane with vinasse application.** 2009. 59p. Dissertation (Master in Agronomy, Soil Science). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

The maintenance of sugar cane straw associated with vinasse application, supplemented with nitrogen fertilization, may improve in soil physical, chemical and biological properties, and resulting in the crop productivity gains. The aim of this study was to evaluate the residual effect of fertilization of cane in the previous cycle, on cane plant; and the fertilization of first ratoon cane. There were quantified: stem productivity, straw and tip accumulation; nutrient content and accumulation in stem, straw and spikes; and technological quality of sugarcane material; with and without vinasse application, and nitrogen fertilization under different harvesting systems. The study was accomplished in an area of the ALCON distillery, located in the municipality of Conceição da Barra, Espírito Santo State (Brazil), from 2005 to 2007. The experiment was installed in an Udult soil formed from Coastal Tableland sediments. The cane variety used was RB 86 7515. The experimental design was randomized block with four replications in a factorial 2×7 , with split plots. The treatments were: control with vinasse application; vinasse + 80 kg N ha^{-1} incorporated into the soil; vinasse + 40 kg N ha^{-1} applied as coverage over the soil; $120 \text{ kg de K}_2\text{O} + 80 \text{ kg N ha}^{-1}$ incorporated into the soil; vinasse + 80 kg N ha^{-1} as coverage; $120 \text{ kg de K}_2\text{O} + 80 \text{ kg N ha}^{-1}$ applied as coverage; and absolute control of the experiment. The fertilization was accomplished one month after the cane plant harvesting, and its effect was evaluated in the harvesting of first ratoon. There was no significant residual effect of previous years fertilization in the cane plant stems production. The vinasse supplemented with N incorporated in the soil treatment showed highest productivity when compared to other fertilization rates in the first ratoon cane. The vinasse dosage used was as efficient as the K_2O dose applied in the treatments without vinasse application. The straw maintenance over the soil increased significantly the production of stems in the first ratoon cane. The technological quality of the first ratoon cane was not affected by the pre harvesting management of unburnt and burnt cane. The nutrient accumulation and distribution in stem, straw and tip were similar between cane plant and first ratoon.

Keys words: *Saccharum sp.* Harvesting of sugarcane. Sugarcane fertilizing.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 - Origem, Importância, Influência Ambiental e Expansão da Cana-de-açúcar	3
2.2 - Sistemas de Colheita de Cana-de-açúcar.....	4
2.2.1 - Cana queimada e colheita manual	4
2.2.2 - Cana crua e colheita mecanizada	5
2.3 - Vinhaça.....	6
2.4 - Complementação Nitrogenada da Vinhaça	8
2.5 - Tabuleiros Costeiros	9
3 MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 - Descrição da Área Experimental.....	10
3.2 - Histórico da Área Experimental.....	10
3.3 - Variedade Utilizada	11
3.4 - Delineamento Experimental.....	12
3.5 - Tratamentos	12
3.6 - Rendimento da Cana-de-açúcar e Aporte de Matéria Orgânica	13
3.7 - Determinação de Nutrientes e Parâmetros Tecnológicos	13
3.8 - Análise Estatística	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1 - Produção de Colmos, Acúmulo de Palhada e Pontas em Cana Planta	15
4.2 - Teores de Nutrientes nos Colmos, Palhada e Pontas de Cana Planta.....	16
4.3 - Acúmulo e Exportação de Nutrientes nos Colmos de Cana Planta.....	18
4.4 - Acúmulo de Nutrientes na Palhada de Cana Planta	19
4.5 - Produção de Colmos, Acúmulo de Palhada e Pontas em Cana de Primeira Soca	21
4.6 - Teores de Nutrientes nos Colmos, Palhada e Pontas de Cana de Primeira Soca	24
4.7 - Acúmulo e Exportação de Nutrientes nos Colmos de Cana de Primeira Soca	26
4.8 - Acúmulo de Nutrientes na Palhada da Cana de Primeira Soca	27
4.9 - Qualidade Tecnológica nos Colmos da Cana de Primeira Soca	28
5 CONCLUSÕES	30
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
7 ANEXO	39

1 INTRODUÇÃO

Muitos sistemas agroindustriais brasileiros recebem atenção do mundo inteiro, especialmente o setor sucroalcooleiro, por fazer parte da história deste País e atualmente despontar na liderança mundial na produção e exportação de álcool e açúcar, trazendo para as regiões produtoras o desenvolvimento socioeconômico e uma série de problemas ambientais e sociais (Ribeiro, 2008). Tradicionalmente, sempre foi uma cultura de exportação. Atualmente tem sua maior demanda na produção de álcool para o mercado interno (Conab, 2008).

Apesar da importância da cana-de-açúcar para a economia do País, nos últimos anos a sociedade vem pressionando o setor, principalmente no que se refere ao meio ambiente, saúde pública e desenvolvimento socioeconômico, levando os governos de regiões produtoras a promulgarem leis que proibam a queima da palhada, bem como a expansão de novas fronteiras agrícolas para a exploração desta cultura, Ribeiro (2008).

A colheita mecanizada sem queima da cana-de-açúcar deixa sobre o solo uma cobertura de palha, constituída por ponteiros, folhas secas e pedaços de colmos, que contém diversos nutrientes, dentre os quais se destacam nitrogênio, enxofre e carbono (Resende et al., 2006). A manutenção da palhada sobre o solo proporciona melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, exercendo influência direta nas práticas de adubação de soqueiras, favorecendo a conservação do solo. A matéria orgânica do solo (MOS) é, portanto, fundamental para a sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola (Mielniczuk et al., 2003).

A produtividade da cana-de-açúcar é função direta da fertilização nitrogenada, uma vez que o N é um dos nutrientes limitantes à produtividade e longevidade das soqueiras de cana-de-açúcar. Depois do C e do O, o N é o elemento que as plantas, de maneira geral, necessitam em maior quantidade. A cana-de-açúcar apresenta alto acúmulo de N tanto em cana-planta como nas soqueiras (Orlando-Filho et al., 1980).

Em cana-planta, atualmente, a prática da adubação nitrogenada não vem sendo recomendada ou recomendam-se doses baixas. Muitos pesquisadores acreditam que isto só seja possível porque a matéria orgânica mineralizada no preparo do solo sofre o ataque de microrganismos que disponibilizam N para as plantas; o tolete, (muda) mantém acúmulo de N que é fornecido à cana planta, ao fato do sistema radicular da cana-de-açúcar ser extenso e profundo e além disso, a cana-de-açúcar forma associações com bactérias fixadoras de N₂ do ar atmosférico (Segato et al., 2006). Em contrapartida, nas soqueiras, a fertilização nitrogenada se faz necessária e varia muito de acordo com o nível de manejo e tipo de solo envolvido (Urquiaga et al., 2003).

Atualmente, a uréia é a fonte nitrogenada mais utilizada na agricultura brasileira, em razão do seu menor custo em relação aos demais fertilizantes nitrogenados sólidos. No entanto, a uréia, quando aplicada em superfície e sobre a palhada, pode diminuir muito sua eficiência agrônômica, como resultado da perda de amônia por volatilização de fontes amídico amoniacais não incorporadas ao solo, assim como a imobilização microbiana de N no solo devido à alta relação C:N (Vitti, 1998).

A vinhaça é um dos resíduos gerados na industrialização da cana-de-açúcar. Seu uso como fonte de nutrientes, matéria orgânica e água, foi uma das grandes revoluções no manejo da cultura. Ela constitui o principal efluente das destilarias de álcool, onde cada litro de álcool produzido gera cerca de 13 litros de vinhaça que até no início da década de 80 eram depositados nos rios, córregos e outros reservatórios de água. Atualmente, toda a vinhaça produzida é reutilizada na adubação dos canaviais. Apesar das longas pesquisas iniciadas desde o início da década de 80, o uso da vinhaça como fertilizante deve ser feito com cautela,

haja vista que sua composição química é muito variável principalmente em função da natureza e composição da matéria prima originária e do processo industrial de destilação, ou seja, se proveniente diretamente do caldo de cana, do melaço ou resultante da mistura de caldo e melaço, denominado de vinhaça mista. Quando as doses de vinhaça aplicada ao solo são excessivas provoca alterações na fisiologia da cana-de-açúcar, tais como: aumento do teor de umidade dos colmos, redução dos teores de lignina, aumento do fator acamamento, aumento dos teores de potássio em todas as partes da cana, aumento dos teores de cinzas, aumento da vegetação e redução dos teores de sacarose (Freire & Cortez 2000).

A adoção do tipo de manejo e adubação no cultivo da cana-de-açúcar está relacionada às características botânicas e agroindustriais da variedade, ou seja, variedades diferentes respondem de maneira distinta ao mesmo manejo, dependendo da influência dos fatores edafoclimáticos (Urquiaga et al., 1992).

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito residual de adubação na cana planta; e a adubação da cana de primeira soca, através da produtividade de colmos; acúmulo de palhada e pontas; teores de nutrientes nos colmos, palhada e pontas frescas; acúmulo de nutrientes nos colmos e palhada (palhada e pontas frescas) e a qualidade tecnológica da matéria prima da cana-de-açúcar com e sem aplicação de vinhaça e adubação nitrogenada sob diferentes sistemas de colheita.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Origem, Importância, Influência Ambiental e Expansão da Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é originária da Nova-Guiné e foi levada para o sul da Ásia. A partir de então os Árabes propagaram a cultura pela África e Europa. Típica de climas tropicais e subtropicais, a planta não se adaptou às condições climáticas da Europa. No Século XIV, continuou a ser importada do Oriente, embora tivesse se propagado, em escala modesta, por toda a região mediterrânea. Em seguida surgiram lavouras de cana-de-açúcar nas ilhas da Madeira, implantadas pelos portugueses, e nas Canárias, graças aos espanhóis. Foi, contudo, a América que proporcionou excelentes condições para o desenvolvimento da cana-de-açúcar. Em 1493, em sua viagem as Américas, Colombo levou as primeiras mudas para São Domingos, as lavouras estenderam-se a Cuba e outras ilhas do Caribe. Em seguida a cana-de-açúcar chegou as Américas Central e do Sul através de outros navegantes. No Brasil, há indícios de que o cultivo da cana-de-açúcar seja anterior à época dos descobridores, mas seu desenvolvimento se deu posteriormente, com a criação de engenhos e plantações com mudas trazidas pelos portugueses (Segato et al., 2006).

No século XX, até o início da década de 70, o setor açucareiro passou por várias crises (Cana-de-açúcar, 1997). Em 1975, com o objetivo de incrementar a produção de álcool, com vistas à substituição dos derivados de petróleo, época na qual o País importava cerca de 80% de sua necessidade diária de petróleo, foi criado o maior programa bioenergético do mundo, o PROÁLCOOL. Dentro deste novo contexto, o Instituto do Açúcar e Álcool (IAA), começou a realizar através do PLANALSUCAR – Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar, uma política de desenvolvimento técnico-científico para permitir um melhor rendimento agrícola (Sakane, 2006). Um dos fatores responsáveis para o sucesso do 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 & Koller, 1997; Urquiaga et al., 2005). Este grande balanço positivo quando comparado aos demais países produtores de cana-de-açúcar deve-se, em grande parte, aos bons rendimentos da cultura com baixas aplicações de fertilizante nitrogenado (menos de $60 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) (Zambello & Azeredo, 1983; Urquiaga et al., 1992, 2005). Em países produtores de cana-de-açúcar, como os Estados Unidos, Cuba (até recentemente), Venezuela e Peru, as adições de fertilizantes nitrogenados estão entre 200 e $400 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

A importância da biomassa como objeto de estudo tornou-se inegável na sociedade moderna (Danalatos et al., 2007; Ravindranath et al., 2006, Quesada, 2005). No Brasil, segundo dados do Balanço Energético Nacional Brasileiro de 2006, os recursos da biomassa respondem com cerca de 29,7 % da oferta interna total de energia primária, superando inclusive toda a produção nacional de combustíveis fósseis (26,8%). A biomassa tem sido usada, por exemplo, na geração de eletricidade e no programa gasohol nos EUA (Robertson e Shapouri, 1993). Os combustíveis provenientes de fontes renováveis, como a cana-de-açúcar, proporcionam a redução de monóxido de carbono em 57%, de hidrocarbonetos em 64% e de óxidos de nitrogênio em cerca de 13 %, quando comparados com os automóveis à gasolina, aumentando a qualidade de vida, principalmente, dos moradores das grandes cidades (Bohm, 1986).

Apesar dos benefícios ambientais resultantes do uso de combustíveis renováveis, o crescimento da área plantada com a cultura da cana-de-açúcar, associado aos impactos ambientais causados pela liberação de gases de efeito estufa na queima da palhada, o acúmulo de resíduos da indústria sucroalcooleira e os impactos socioeconômicos, tem despertado na sociedade preocupação e a necessidade de reivindicar o desenvolvimento sustentável do setor sucroalcooleiro (Epamig, 2007). A produção de energia é a principal atividade humana geradora dos Gases do Efeito Estufa (GEE) com 57 % das emissões, sendo o CO₂, CH₄ e o N₂O os principais desses gases, e a cana-de-açúcar é atualmente a cultura de destaque nesta discussão (Scarpinella, 2002). Em função da preocupação com o aumento dos GEE na queima da palhada da cana-de-açúcar, nos últimos anos a sociedade vem pressionando o setor, principalmente no que se refere ao meio ambiente, levando os governos de regiões produtoras a promulgarem leis que proíbem estas práticas. Destas reivindicações resultou a lei federal de 5 de outubro de 1998 que determina que seja competência comum da União Federal, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, proteger o meio ambiente e combater a poluição em quaisquer de suas formas (Freire & Cortez, 2000).

Atualmente o Brasil é o maior produtor e exportador mundial de álcool, com aproximadamente 70 mil agricultores em e 393 usinas, distribuídas, principalmente, nas regiões Centro-Sul (responsável por 89% da produção de álcool) e Norte-Nordeste (11% restantes) (Ribeiro, 2008; Paulillo et al., 2007). A Companhia Nacional de Abastecimento – Conab; divulgou em seu terceiro levantamento de acompanhamento da safra brasileira de dezembro de 2008, a estimativa da produção nacional de cana-de-açúcar destinada à indústria sucroalcooleira para a safra 2007/2008, que deverá atingir um montante entre 571,4 milhões de toneladas. A produção de açúcar foi estimada em 32,1 milhões de toneladas e do álcool de 26,6 bilhões de litros. Ainda segundo Conab, a área ocupada com a cana-de-açúcar na safra 2007/2008 no território brasileiro é de aproximadamente 8,5 milhões de hectares. Esta área inclui a cana-de-açúcar destinada a todos os usos, inclusive para a produção de cachaça, rapadura, ração animal, produção de sementes e as áreas correspondentes à cana que será cortada pelo setor sucroalcooleiro na próxima safra. A estimativa de produtividade média para a safra 2007/2008 é de 79,0 Mg ha⁻¹.

2.2 - Sistemas de Colheita de Cana-de-açúcar

2.2.1 - Cana queimada e colheita manual

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). Assim, a queima prévia dos canaviais passou a ser praticada em larga escala (Ceddia et al., 1999). A queima da cana na pré-colheita objetiva, sobretudo, eliminar seu resíduo, para facilitar a colheita manual ou diminuir seu volume para incorporação ao solo. Dentre as dificuldades para a eliminação total da queima, prevista na lei, estão restrições dos produtores quanto ao preço e deficiências da colheitadeira mecânica; e dos cortadores manuais, que ganham por produção e que conseguem maior produtividade e sofrem menores riscos com animais peçonhentos na cana queimada (Braunbeck & Magalhães 2004).

Apesar dos benefícios operacionais que a queima dos canaviais proporciona na colheita, são muitas as manifestações contrárias ao seu uso devido à grande quantidade de gases do efeito estufa emitidos na atmosfera, entre eles o CO₂ (principal gás do efeito estufa), além de gases que formam ozônio, através da oxidação fotoquímica, entre esses gases estão o CO, CH₄ e hidrocarbonetos não metânicos (HCNM) na presença de NO e NO₂ (Gonçalves, 2006). Todos os anos toneladas de poluentes são lançados na atmosfera, gerando grande

impacto ambiental e na saúde pública. Algumas pesquisas no Brasil procuraram analisar a composição desse tipo de poluição. Segundo Arbex et al., (2004) uma tonelada de cana queimada emite: 0,0005 toneladas de óxido de nitrogênio; 0,004 toneladas de material particulado; 0,006 toneladas de hidrocarbonetos; 0,028 toneladas de monóxido de carbono. Marinho (1991) chama a atenção para o fato de que a quantidade de matéria seca queimada nos canaviais por ano por unidade de área é 15 vezes maior que a Amazônia, isto é, tem-se 0,5 km por metro quadrado.

Além dos problemas ambientais já mencionados, a queima da palhada resulta ainda em prejuízos econômicos diretos e indiretos na produção da cana-de-açúcar. Segundo Urquiaga et al. (1991) a eliminação da palhada acarretou redução de 30% da acumulação de N pelas plantas para um rendimento médio de cinco soqueiras de 65 Mg ha⁻¹. Os mesmos autores obtiveram incrementos nos teores de magnésio, potássio e pH, além da redução de até 40% do alumínio trocável no solo onde não se queimou a palhada.

2.2.2 - Cana crua e colheita mecanizada

A colheita mecanizada da cana-de-açúcar sem queima da palhada proporciona inúmeros benefícios ambientais, dentre os quais podem ser listados a redução da emissão dos gases do efeito estufa, proteção e conservação do solo, adição 10 a 20 Mg ha⁻¹ de material seco, constituída por ponteiros, folhas secas e pedaços de colmo e diversos nutrientes, dentre os quais N (40–60 kg ha⁻¹), S (15–30 kg ha⁻¹) e C (4.500 kg ha⁻¹) que irão provocar mudanças significativas no manejo da cultura, com influência direta nas práticas de adubação de soqueiras (Urquiaga et al., 1992, 1997; Resende et al. 2006). Segundo Mendoza (1996), a colheita da cana sem queima aumenta os teores de cálcio, magnésio e carbono orgânico no solo.

Segundo Canellas et al. (2003) a preservação da palhada contribui para a melhoria da fertilidade do solo. Ao longo do tempo aumenta o teor de matéria orgânica e melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Wood, 1991; Ceddia et al., 1996). A interação entre fatores climáticos, especialmente temperatura e precipitação e o acúmulo de restos culturais na superfície do solo resulta na melhoria ambiental para a biomassa microbiana, aumentando a sua atividade. Nestas condições, a dinâmica da matéria orgânica em sistema de colheita sem queima é alterada, interferindo não apenas nos ciclos de transformação de nutrientes, mas também na estruturação do solo (Ceddia et al., 1999; Mendoza et al., 2000).

Da mesma forma como na cana colhida com queima prévia, a cana colhida crua (sem queima) também apresenta desvantagens, entre elas a substituição de mão-de-obra pelo sistema operacional mecanizado, deixando de cumprir sua função social.

Além do aspecto socioeconômico, a deposição e a manutenção de palhada sobre a superfície do solo, mesmo contribuindo com a sua conservação pode causar problemas relacionados ao manejo da cultura (Furlani Neto et al., 1997). Entre eles podem ser citadas dificuldades durante as operações de cultivo e adubação da soca (Aude et al., 1993), baixa taxa líquida de mineralização de N no período de um ano agrícola (Trivelin et al., 1995), dificuldade de execução de controle seletivo de plantas daninhas e aumento das populações de pragas que se abrigam e multiplicam sob a palhada (Macedo et al., 2003). O grande volume de palha sobre a cana soca dificulta a sua emergência, causando falha na rebrota, especialmente nas variedades melhoradas que foram desenvolvidas num sistema de colheita com queima, que favorecia a maior taxa de emergência da cana soca (Vasconcelos, 2002).

A eficiência da adubação nitrogenada pode ser reduzida (Vitti et al., 2007). Segundo este autor a camada de palha sobre a superfície do solo, além de promover atividade ureolítica, também favorece as perdas de NH₃, por funcionar como uma barreira entre o N-

fertilizante e o solo, fazendo com que o NH_3 , produto da hidrólise da uréia permaneça junto aos restos culturais. Portanto, a aplicação de fertilizantes nitrogenados de baixa estabilidade química (fonte amídica) na superfície do solo e sobre os restos culturais de cana-de-açúcar, associada à temperatura elevada, baixa precipitação e concentração do fertilizante (aplicação em faixa), contribuiu para o aumento da perda de N-NH_3 por volatilização.

Em relação à composição química do material vegetal, têm-se verificado que os restos culturais com relação C:N maior do que 20, causam imobilização microbiológica do nitrogênio no solo (Smith & Douglas, 1971). Como a palha da cana-de-açúcar apresenta em média de 390 a 450 g kg^{-1} de carbono e 4,6 a 6,5 g kg^{-1} de N (Ng Kee Kwong et al. 1987; Ripoli et al. 1991) o que representa uma relação C:N em torno de 100, é de se esperar que no início ocorra uma intensa imobilização do N no solo, ou seja, uma pequena mineralização líquida no período de apenas um ano agrícola. Nessas condições, pode ocorrer deficiência de N às plantas, uma vez que a palhada constitui-se, primeiramente, em fonte de nutrientes para os macro e microrganismos do solo e posteriormente para a própria cultura. Esta retenção torna-se prejudicial ao desenvolvimento da cana-de-açúcar, principalmente, no estágio de crescimento e formação de colmos, uma vez que a cultura requer nitrogênio em grandes quantidades (Silveira, 1985).

Além de melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, a colheita da cana sem a queima torna-se um dreno efetivo do CO_2 atmosférico (Oliveira et al. 1999). Weier (1998) citado por Oliveira (1999) estimou para a cultura da cana-de-açúcar na Austrália, utilizando métodos micro meteorológicos, que no ano de 1994 mesmo queimando a palhada, o C- CO_2 liberado pela queima, somado ao da mineralização da palhada e também ao do solo, totalizou 7,6 Mt, enquanto que no mesmo período a cultura fixou 13,4 Mt de C- CO_2 , o que resultou em um índice de fixação de C- CO_2 de 1,76.

2.3 - Vinhaça

O aumento da produção de álcool, através da implantação do PROÁLCOOL causou um grande aumento no volume de vinhaça produzido. A vinhaça é o principal resíduo das destilarias de álcool, altamente poluidor, com elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e gerada à razão de aproximadamente 13 litros por litro de álcool produzido (Gloria & Orlando Filho, 1984).

A composição química de diferentes tipos de vinhaça produzida em diferentes regiões do Brasil é muito heterogênea, ocorrendo mudanças durante o mesmo período de safra (Silva & Orlando Filho, 1981). Segundo De-Polli et al. (1988) a composição química da vinhaça é muito variável principalmente em função da natureza e composição da matéria-prima originária e do processo industrial de destilação, ou seja, se proveniente diretamente do caldo de cana, do melaço ou resultante da mistura de caldo e melaço, denominado de vinhaça mista. Estes mesmos autores afirmam que a vinhaça contém de 80 a 90% de água e o restante de material sólido, sendo esta fração composta de material orgânico (cerca de 70%) e mineral; neste último há predomínio de potássio, além de outros nutrientes como o N, P, Ca e Mg. Na Tabela 1 está apresentada a composição química da vinhaça resultante de diferentes tipos de mosto.

Segundo Glória (1975) a heterogeneidade da vinhaça faz com que o equivalente em fertilizante seja extremamente variável, tornando difícil a recomendação de uma dosagem fixa na aplicação do resíduo, sem passar por uma análise química. Além disso, é essencial o estudo das condições do solo e da cultura que será fertilizada.

Tabela 1 - Composição química de vinhaça em função do tipo de mosto⁻¹

Parâmetros	melaço	caldo	misto
pH	4,2 – 5,0	3,7 – 4,6	4,4 – 4,6
Temperatura (°C)	80 – 100	80 – 100	80 – 100
DBO (mg l ⁻¹ O ₂)	25.000	6.000 – 16.500	19.800
DQO (mg l ⁻¹ O ₂)	65.000	15.000 – 33.000	45.000
Sólidos totais (mg l ⁻¹)	81.500	23.700	52.700
Sólidos voláteis (mg l ⁻¹)	60.000	20.000	40.000
Sólidos fixos (mg l ⁻¹)	21.500	3.700	12.700
Nitrogênio (mg l ⁻¹)	450 – 1610	150 – 700	480 – 710
Fósforo (mg l ⁻¹)	100 – 290	10 – 210	9 – 200
Potássio (mg l ⁻¹)	3.740 – 7.830	1.200 – 2.100	3.340 – 4.600
Cálcio (mg l ⁻¹)	450 – 5.180	130 – 1.540	1.330 – 4.570
Magnésio (mg l ⁻¹)	420 – 1.520	200 – 490	580 – 700
Sulfato (mg l ⁻¹)	6.400	600 – 760	3.700 – 3.730
Carbono (mg l ⁻¹)	11.200 – 22.900	5.700 – 13.400	8.700 – 12.100
Relação C/N	16 – 16,27	19,7 – 21,07	16,4 – 16,43
Matéria orgânica (mg l ⁻¹)	63.400	19.500	3.800
Subs. Redutoras (mg l ⁻¹)	9.500	7.900	8.300

⁻¹Prado et al. (1998) citado por Segato et al. (2006).

Por tratar-se de resíduo industrial produzido em larga escala, a vinhaça torna-se um poluente ambiental de alto potencial quando utilizado de forma inadequada. Segundo Meurer et al. (2000) a vinhaça possui elementos que, dependendo da concentração, destacam-se como contaminantes de águas superficiais e subterrâneas. Almeida (1955) classifica a vinhaça sob os diferentes aspectos:

- Fator de poluição dos cursos d'água, a vinhaça possui ação redutora extremamente alta exigindo, conseqüentemente, uma elevadíssima taxa de oxigênio para se estabelecer;
- Como fator ictiológico, a vinhaça apresenta alta nocividade aos grandes animais aquáticos; dizima a fauna de água doce; afugenta a fauna marítima que procura a costa brasileira para o fenômeno fisiológico da desova; destrói os peixes larvófagos, causando desequilíbrio biológico dos rios; acaba com os seres da microflora e micro-fauna que formam os plânctons dos rios; mata as plantas aquáticas de vida submersa e flutuante;
- Como fator de insalubridade, a vinhaça ocasiona poluição dos cursos d'água; produz mau cheiro; possui DBO superior a 20000 mg l⁻¹, tornando as águas nas quais é lançada impróprias para o consumo, confere a água cheiro e gosto desagradáveis, turgidez elevada, cor anormal e alta taxa de resíduos, agrava o problema de doenças endêmicas e aumenta a proliferação de insetos;
- Como fator de fertilização ou de correção de solos, a vinhaça é um resíduo rico em matéria orgânica coloidal e em elementos minerais; contribui para elevar o pH dos solos, melhora as propriedades químicas, físicas e biológicas dos solos; aumenta a microflora dos solos, proporcionando mais fácil nitrificação, conferindo-lhe maior índice de fertilidade; propicia à cana-de-açúcar condições mais favoráveis ao seu ciclo vegetativo, aumentando sua riqueza sacarina e a pureza do caldo, se cortada na ocasião própria, embora retardando a maturação; modifica os padrões das terras, determinando o aparecimento de ervas características e padrões de solos férteis e produtivos.

Segundo Amaral Sobrinho (1983) a vinhaça provoca modificações físico-químicas no meio e pode acarretar perdas de N do fertilizante aplicado ao solo, portanto sua aplicação deve preceder a adubação nitrogenada. Lima (1988) verificou que a vinhaça provocou efeito negativo severo no desenvolvimento das plantas por cerca de 2 a 3 semanas, porém progressivamente este efeito foi sendo diluído e as plantas recuperaram o desenvolvimento, tanto que não foram observadas diferenças significativas no acúmulo de matéria seca quando comparados os tratamentos com e sem vinhaça.

Lima (1988) estudando o efeito da vinhaça no enriquecimento de N¹⁵ de quatro cultivares de cana-de-açúcar, cultivadas em vasos adubados com uréia marcada com N¹⁵, verificou que a recuperação de N marcado foi significativamente menor no tratamento com adição de vinhaça. Segundo o autor isto pode ser explicado por um aumento na imobilização e/ou perdas por desnitrificação do N do fertilizante induzidas pelo alto teor de carbono disponível adicionado pela vinhaça. Neste mesmo estudo verificou-se que ocorreu uma grande diferença na assimilação de N pelas plantas, ou seja, no balanço de N-total, sendo que o tratamento com vinhaça sempre apresentou os menores valores. Segundo Neves et al. (1983) isto pode estar relacionado com as mudanças que ocorrem na microflora do solo após a aplicação da vinhaça.

A fertirrigação excessiva com vinhaça provoca alterações na fisiologia da cana-de-açúcar, tais como: aumento do teor de umidade dos colmos, redução dos teores de lignina, aumento do fator acamamento, aumento dos teores de potássio em todas as partes da cana, aumento dos teores de cinzas, alongamento do período de vegetação e redução dos teores de sacarose (Freire & Cortez, 2000).

Lima et al. (1987), verificaram que a dose de vinhaça que promoveu maiores incrementos na produtividade agrícola e industrial, foi a que ficou próxima a 150 kg de K₂O ha⁻¹, tanto em cana-planta, quanto na cana-soca, em solo com baixos teores deste nutriente. Busato et al. (2005) estudando o fósforo num Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar por longo tempo, verificou na área com aplicação de vinhaça, na camada de 0 - 0,20 m, aumentos da ordem de 210 e 267 % no compartimento P-disponível, avaliados pela resina e Mehlich-1.

2.4 - Complementação Nitrogenada da Vinhaça

A fertilização nitrogenada é fator determinante na atividade sucroalcooleira, uma vez que o N é um dos nutrientes limitantes à produtividade e longevidade das soqueiras de cana-de-açúcar (Trivelin, 2000; Vitti, 2003). Dentre as variadas formas de aplicação desses fertilizantes estão os fluidos que foram introduzidos na adubação de canaviais na década de 70, com base no aumento de produtividade e na economia com os fertilizantes sólidos. Ressalta-se que, somente as soqueiras apresentavam resposta à aplicação da vinhaça (80 a 120 m³ ha⁻¹) complementada com doses de N que variavam de 45 a 120 kg ha⁻¹ (Trivelin et al., 1995). Em solos com teor de argila inferior a 35%, a resposta das soqueiras a aplicação de vinhaça complementada com adubação de N pode ser reduzida e até mesmo não promover aumento de produtividade (PLANALSUCAR, 1979; Magro et al., 1981; Pereira et al., 1985). Em estudo semelhante, Gloria et al. (1984) não observou diferenças na eficiência da aplicação de vinhaça complementada com adubação de N em soqueiras de cana-de-açúcar em função do teor de argila. Segundo este autor, houve maior resposta das soqueiras nos solos com CTC superior a 7 cmol_c.dm³ de solo, independente do solo e sua textura. Guedes (2002) e Silva (2004) estudando o efeito da aplicação de vinhaça complementada com adubação nitrogenada em cana-de-açúcar em Argissolo Amarelo de Tabuleiros Costeiros do Espírito Santo verificaram aumento na produtividade colmos. Silva et al. (1981) e Peixoto & Coelho, (1981) não encontraram diferenças na produtividade da cana-de-açúcar em função da aplicação de vinhaça complementada com adubação nitrogenada (solo não identificado). Rodrigues et al.

(1984) baseando-se em resultados de grande número de ensaios em diferentes solos, recomendam doses de N que variam da faixa de 90 a 100 kg ha⁻¹ complementada com doses de vinhaça variando de 80 a 120 m³ ha⁻¹, independente do solo. A recomendação desta dose de nitrogênio junto com a vinhaça tem encontrado resistência, por se temer as perdas deste elemento no solo por lixiviação, volatilização, imobilização química e biológica, resultando em baixa taxa de aproveitamento pela planta (Trivelin et al., 1995). Bittencourt et al. (1986) avaliando a eficiência da adubação nitrogenada em seus experimentos, mostraram que o efeito residual do N no solo tende a diminuir as respostas dos fertilizantes nitrogenados, devido à pequena quantidade do fertilizante absorvido em relação ao total de N acumulado pela cana-de-açúcar. Yadav et al. (1987) observaram um aumento significativo na disponibilidade de macro e micronutrientes como o Zn, Fe, Mn e Cu, principalmente nas parcelas em que houve adição de N, obtendo um rendimento máximo de 37,5% em relação à testemunha (dose zero).

2.5 - Tabuleiros Costeiros

Os Tabuleiros Costeiros são formados por sedimentos detríticos Tércio-quadernários 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 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 20 milhões de ha (Jacomine, 1996).

Os principais solos de 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 frequente de horizontes coesos. Porém, possuem 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).

As atuais técnicas de manejo da cana-de-açúcar têm 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 subsequentes com cana-de-açúcar, a produtividade média está na ordem de 40 Mg ha⁻¹, contra uma média de 80 Mg ha⁻¹ em outras áreas menos degradadas (Azeredo, 1994).

As áreas de tabuleiros do Estado do Espírito Santo apresentam produtividade considerada razoável para a cultura da cana-de-açúcar, em torno de 75 Mg 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 antieconômica 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.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Descrição da Área Experimental

O estudo foi realizado em área cedida pela destilaria ALCON no município de Conceição da Barra – Estado do Espírito Santo. A região se caracteriza pela ocorrência de extensas áreas de relevo suave ondulado onde uma série de baixos platôs que compõem o denominado “relevo tabuliforme”, com declives que raramente superam 3%.

A área encontra-se sobre um manto de sedimentos Terciários denominados série ou Formação Barreiras, originados da erosão das rochas do Pré-Cambriano sob clima seco, e transportados para posições inferiores. A Formação Barreiras é composta de argila, silte e areia fina, apresentando às vezes, leitos de areia ou cascalho rolado, constituindo sedimentos pouco consolidados, de cores variegadas, vermelho-amarelado esbranquiçadas, com nódulos de concreções de ferro, supostamente formados em situ (Lamego, 1955 citado por Ceddia, 1996). Os sedimentos da Formação Barreiras compõem um relevo de interflúvios tabulares denominados tabuleiros e colinas semi-arredondadas cortadas geralmente em falésias frente ao mar. Os tabuleiros apresentam predominantemente um relevo plano a suave ondulado, pouco alterado pela erosão fluvial; são levemente inclinados de norte para sul e em direção ao litoral e, junto à costa, têm apenas 30 metros de altitude, atingindo, na sua ascensão para o interior, altitudes superiores a 100 metros (EMBRAPA, SNLCS, 1978).

O clima da região segundo a classificação de Köppen é o Aw (quente e úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno). As maiores precipitações se concentram nos meses de outubro a abril, os quais representam 70 a 80% da precipitação total (1000-1250 mm) e o número de meses com precipitações inferiores a 60 mm varia de três a cinco; a temperatura média anual oscila entre 22-24°C; a umidade relativa está em torno de 80-85% (EMBRAPA, SNLCS, 1978).

A vegetação nativa da região, floresta subperenifolia (também denominada floresta dos tabuleiros), apresenta-se sempre verde e somente decídua em locais com domínio de espécies de madeira dura, altas, relativamente pouco volumosas e espaçadas. O sub-bosque não é denso, permitindo o trânsito com facilidade. Ocorrem também na área da floresta subperenifolia pequenas manchas de campos chamados “nativos”, com vegetação formada por uma gramínea dura e samambaias, sendo que esta última forma verdadeiros tapetes, cobrindo parcialmente essas manchas (EMBRAPA, SNLCS, 1978).

Com o crescimento do extrativismo vegetal e o avanço da agricultura e pecuária para novas áreas, a floresta de tabuleiro diminuiu acentuadamente. Desta forma, atualmente o cultivo agrícola e a pecuária são as atividades predominantes nos solos de tabuleiros do Espírito Santo (Ceddia, 1996).

3.2 - Histórico da Área Experimental

A área experimental começou a ser utilizada para a avaliação do manejo cana crua e queimada e as adubações em questão em maio de 1998. Os tratamentos com as diferentes doses de vinhaça e nitrogênio foram implantados em 1999 dois meses após a colheita da cana planta. Após dois anos da implantação das adubações, Guedes (2002) estudando a volatilização de N e alterações químicas do solo sob cultivo de cana-de-açúcar com aplicação de vinhaça e diferentes formas de colheita, realizou a primeira caracterização química do solo. Quatro anos após a implantação das adubações Silva (2004) estudando a dinâmica do nitrogênio da uréia (15N) e utilização do N da palhada (15N) em cana soca colhida sob

diferentes sistemas de manejo, realizou a segunda caracterização química do solo. Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados os valores médios das propriedades químicas do solo encontrados por Guedes (2002) e Silva (2004). Verificou-se que as propriedades químicas caracterizadas pelos dois autores tenderam a manter-se estáveis ao longo do tempo. Em função destes resultados não foram realizadas análises das propriedades químicas do solo neste estudo.

Tabela 2 - Teores médios dos atributos químicos do solo⁻¹

Manejo	Prof	pH	Al	H +Al	Na	Ca	Mg	K	P	C
	cm	-----cmolc dm ³ -----				---mg dm ³ ---			%	
Cana crua	0-5	5,8	0,1	2,07	0,04	1,11	0,62	101,0	7,0	0,76
	5-10	5,7	0,1	2,16	0,03	1,19	0,59	58,0	5,0	0,72
	10-20	5,6	0,2	2,21	0,03	1,24	0,57	51,0	4,0	0,74
	20-30	5,5	0,1	2,14	0,03	1,27	0,57	31,0	4,0	0,71
	30-40	5,8	0,2	1,84	0,03	1,24	0,57	35,0	4,0	0,52
Cana queimada	0-5	5,7	0,1	2,01	0,04	1,19	0,73	74,4	6,0	0,67
	5-10	5,7	0,1	2,01	0,03	1,18	0,73	51,0	4,0	0,65
	10-20	5,7	0,2	2,02	0,03	1,25	0,65	43,0	4,0	0,63
	20-30	5,8	0,2	1,84	0,03	1,25	0,66	43,0	3,0	0,59
	30-40	5,9	0,2	1,80	0,03	1,22	0,67	35,0	3,0	0,45

¹Guedes, (2002).

Tabela 3 - Teores médios dos atributos químicos do solo⁻¹

Prof	pH	Al	H +Al	Na	Ca	Mg	K	P	C
cm	-----cmolc dm ³ -----				-----mg dm ³ ---			%	
0-10	5,7	0,2	2,27	0,04	1,09	0,71	74,0	6,0	0,67
10-20	5,7	0,2	2,24	0,03	1,15	0,67	55,0	5,0	0,66
20-30	5,7	0,2	2,17	0,02	1,19	0,65	51,0	4,0	0,67
30-50	5,8	0,1	2,13	0,02	1,19	0,60	43,0	3,0	0,58

¹Silva, (2004).

3.3 - Variedade Utilizada

A variedade utilizada foi a RB 86 7515, obtida pela equipe do Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar da Universidade Federal de Viçosa - PMGCA/UFV, da RIDESA – Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (acessado em 27/02/2008), a qual apresenta características botânicas de rápida velocidade de crescimento, porte alto, hábito de crescimento ereto, ampla adaptabilidade, boa estabilidade, alta densidade do colmo e boa despalha. Suas características agroindustriais são: baixa exigência em solos, perfilhamento médio, boa brotação de soqueira, bom fechamento de entrelinhas, baixo índice de tombamento, apesar de ser de porte alto; eventual florescimento, pouco chochamento, alto teor de sacarose, maturação média a tardia, teor de fibra médio apresentando tolerância a herbicidas.

Cerca de um mês após a colheita da cana-planta, foram implantados os seguintes tratamentos:

- ✓ Testemunha absoluta do experimento;
- ✓ Testemunha com aplicação de vinhaça;
- ✓ Vinhaça + 80 kg de N ha⁻¹ incorporado;
- ✓ Vinhaça + 80 kg de N ha⁻¹ em cobertura;
- ✓ Vinhaça + 40 kg de N ha⁻¹ em cobertura;
- ✓ 120 kg de K₂O + 80 kg de N ha⁻¹ incorporado;
- ✓ 120 kg de K₂O + 80 kg de N ha⁻¹ em cobertura.

Como fonte de nitrogênio foi utilizada a uréia, tanto nos tratamentos em cobertura como nos incorporados, ambos aplicados na linha de plantio. Nos tratamentos sem queima os restos culturais foram amontoados, a uréia aplicada ao lado da linha e em seguida a palhada foi redistribuída homogênea sobre as parcelas. Nos tratamentos onde o N foi incorporado, colocou-se uma camada de solo de aproximadamente 5 cm sobre o fertilizante. Foram utilizados 150 m³ ha⁻¹ de vinhaça, divididos em duas aplicações. A aplicação de 50% da dose de vinhaça foi feita logo após a adubação nitrogenada. O restante da vinhaça foi aplicado 15 dias após a primeira aplicação com objetivo de evitar a fitotoxidez ocasionada pelo excesso de vinhaça. A aplicação de vinhaça foi realizada utilizando canhão hidráulico, posicionado no carreador central do experimento, com um giro de 180°. Para facilitar o processo de aplicação da vinhaça, os tratamentos que receberam vinhaça sempre foram alocados juntos dentro das parcelas (ex: tratamento 5, 6, e 7 no croqui). Os tratamentos que não receberam vinhaça foram adubados com a dose equivalente a 120 kg de K₂O ha⁻¹ ano⁻¹.

3.6 - Rendimento da Cana-de-açúcar e Aporte de Matéria Orgânica

Por ocasião das colheitas, foram coletados o peso dos colmos, palhada (folhas secas frescas) e pontas, para estimar o rendimento de colmos, litros de álcool produzidos e matéria orgânica aportado ha⁻¹ ano⁻¹. Em cada uma das duas linhas utilizadas para amostragem dentro de cada tratamento, foram coletadas, aleatoriamente, duas áreas equivalentes a 1 m linear cada uma, formando duas amostras com 2,4 m² cada uma por sub parcela experimental, das quais se tirou a média.

A quantificação da matéria orgânica adicionada ao sistema será estimada através da pesagem da palhada e das pontas deixadas no campo.

3.7 - Determinação de Nutrientes e Parâmetros Tecnológicos

A determinação dos teores de nutrientes nos colmos, palhada e pontas foi realizada, segundo o método preconizado por Malavolta (1989). A partir dos teores dos nutrientes e a massa seca de colmos e palhada (palhada fresca + pontas) foram calculados o acúmulo de Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio e Magnésio.

Para a determinação da qualidade tecnológica do caldo foram separadas sub amostras formadas por três colmos, sendo determinados a percentagem de sólidos solúveis totais do caldo (⁰Brix), Pol do caldo (%). Em seguida foram calculados a pureza do caldo (%), açúcares redutores totais do caldo (%), fibra da cana-de-açúcar (%) e produção de litros prováveis de álcool Mg⁻¹ de cana-de-açúcar. A qualidade tecnológica foi determinada somente na cana de primeira soca. Os Parâmetros tecnológicos foram determinados pela metodologia proposta por Copersucar (1980):

- ⁰Brix do caldo: através do refratômetro de ABBÉ;
- Pol % do caldo: através do uso de polarímetro, aplicando-se a seguinte fórmula:

$$\text{Pol \% do caldo} = \{a \times 100/[a]_d^{20} \times L\}$$

Onde: Pol % do caldo = teor de sacarose aparente do caldo;

$[a]_d^{20}$ = rotação ótica da sacarose (+66,5);

L = comprimento do tubo polarimétrico em decímetro;

- Pureza % do caldo (PZA), através da fórmula:

$$\text{Pureza} = \text{Pol \%} / {}^{\circ}\text{Brix} \times 100.$$

- Açúcares redutores totais % do caldo (ART), através da fórmula:

$$\text{ART} = \text{Pol \% do caldo} = (\text{ART} - 0,005\text{ART}) \times 0,95$$

- Fibra % da cana-de-açúcar, através da fórmula:

$$\text{Fibra \%} = (0,08 \times \text{PBU}) + 0,876$$

Onde: PBU = peso do bagaço úmido na prensa, em gramas.

- Produção de litros prováveis de álcool (LPA), Mg^{-1} de cana, através da fórmula:

$$\text{LPA} = (\text{ART \% da cana} \times 6,745 \times 0,8) / 0,96$$

3.8 - Análise Estatística

Para a análise estatística foi utilizado o software SAEG PLUG para verificação da normalidade dos dados pelo teste de Lilliefors e homogeneidade das variâncias pelo teste de Cochran e Bartlett. Para análise de variância foi utilizado o software SISVAR 4.3, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises de variância dos dados estão apresentadas no anexo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Produção de Colmos, Acúmulo de Palhada e Pontas em Cana Planta

Na Tabela 4 são apresentados os valores médios de produtividade de colmos e o acúmulo de palhada e pontas frescas de cana planta resultantes dos efeitos residuais de adubação com K_2O e vinhaça complementada com adubação nitrogenada, associado à adubação com $120 \text{ kg de } P_2O_5 \text{ ha}^{-1}$ sob manejo de cana crua e queimada. Verificou-se produtividade elevada em todos os tratamentos, inclusive na testemunha absoluta. De acordo com o programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar (PMGCA, 2008 - acessado em 27/02/2008), este resultado pode estar relacionado à tolerância à seca; ótima brotação de soqueira e crescimento rápido com alta produtividade da variedade.

Não foi observada diferença na produtividade de colmos entre as adubações e manejos. O fato de não ter ocorrido diferença na produtividade de colmos entre os tratamentos parece demonstrar que não houve efeito residual das adubações e que o desenvolvimento da cana planta foi determinado pela adubação convencional realizada no momento da renovação do canavial e pelas características botânicas da própria variedade.

Apesar de não ter sido realizada a adubação nitrogenada, verificou-se alta produtividade de colmos em toda área experimental. Este resultado pode ser oriundo da eficiência da cana planta em apresentar altas produtividades com baixas doses de N (30 kg ha^{-1}) ou até sem adubação nitrogenada. Segundo Boddey et al. (2001) a prática da adubação nitrogenada não é recomendada ou quando esta é realizada, recomendam-se baixas doses de N na adubação da cana planta. As baixas doses de N recomendadas ou até a ausência da adubação nitrogenada na cana planta pode ser atribuído a fatores tais como: a mineralização da matéria orgânica no preparo do solo disponibiliza N para as plantas, o tolete (muda) fornece parte do N, a eficiência do sistema radicular na absorção dos nutrientes e na associação da cana-de-açúcar com bactérias fixadoras de N_2 atmosférico (Döbereiner et al., 1972; Lima et al., 1987; Urquiaga et al., 1992; Segato et al., 2006).

Tabela 4 - Valores¹ de massa (Mg ha^{-1}) de colmos, palhada e pontas frescas de cana planta sob manejo crua e queimada com diferentes doses de adubação.

Adubação	Efeito de interação manejo/adubação					
	Colmos		Palhada		Pontas	
	crua	queimada	crua	queimada	crua	queimada
TA	142,7	138,0	10,2 Aa	7,9 Bab	17,7	16,0
TV	146,0	142,7	8,0 b	7,6 ab	17,0	16,5
V+80 kg NI	160,0	139,3	9,2 ab	8,1 ab	18,1	16,7
V+40 kg NC	167,0	158,9	10,2 Aa	7,7 Bab	19,1	20,2
80 kg NI	153,0	155,7	8,2 b	8,9 a	15,8	18,4
V+80 kg NC	138,0	150,3	7,8 b	7,1 b	15,4	18,1
80 kg NC	155,0	150,7	9,2 ab	8,3 ab	17,0	15,9
Efeito de manejo	152,0	148,0	9,0 A	7,9 B	17,3	17,5

¹Média de 4 repetições para efeito de interação. Média de 28 repetições para efeito de manejo. Letras maiúsculas diferem entre colunas. Letras minúsculas diferem entre linhas. A ausência de letras indica que a variável não foi significativa no teste F a 5 % de probabilidade. TA = testemunha absoluta; TV = testemunha com vinhaça; V + 80 kg NI = vinhaça + 80 kg de N incorporado; V + 80 kg NC = vinhaça + 80 kg de N em cobertura; 80 kg NI = 80 kg de N incorporado; 80 kg NC = 80 kg de N em cobertura; V+40 kg NC = vinhaça + 40 kg de N em cobertura.

O acúmulo de palhada no solo situou-se entre 10 a 30 Mg de massa fresca ha⁻¹. Trivelin et al. (1995) estudando o acúmulo de restos culturais da cana-de-açúcar após a colheita encontraram valores desta mesma magnitude. A cana colhida crua apresentou maior acúmulo de palhada fresca em relação à cana queimada. O maior acúmulo de restos culturais cana colhida crua pode ser resultado de maior vigor vegetativo e conseqüentemente resultar em maior produtividade. Segundo Wood (1991) a camada de material vegetal mantida sobre o solo, após a colheita sem queima aumenta a infiltração de água no solo, diminui a erosão e a evaporação edáfica, melhora a estrutura do solo e aumenta a sua CTC, é fonte de nutrientes para a macro e a microflora do solo e para a própria cultura da cana-de-açúcar.

4.2 - Teores de Nutrientes nos Colmos, Palhada e Pontas de Cana Planta

Nas Tabelas 5, 6 e 7 estão apresentados os teores de nutrientes nos colmos, palhada e pontas da cana planta, respectivamente. Analisando os teores e distribuição de nutrientes na planta ao final do ciclo, constatou-se que a maior concentração de N, P e K ocorreu nas pontas (Tabela 7). Segundo Franco et al. (2007) isto se explica pelo fato destes nutrientes serem extremamente móveis no floema das plantas e translocarem constantemente para as partes mais novas, fotossinteticamente ativas. O Ca apresentou os maiores teores na palhada (Tabela 6). Segundo Malavolta et al. (1974), isto ocorre devido à baixa mobilidade do Ca no interior das plantas, ocasionando nas folhas secas teores do nutriente correspondente à soma dos teores das pontas e colmos. O Mg apresentou os menores teores nos colmos, em relação à palhada e pontas, que apresentaram teores aproximados. A semelhança entre os teores de Mg entre palhada e pontas pode ser devido a grande quantidade de folhas ainda verdes (fotossinteticamente ativas) que são retiradas dos colmos junto com a palhada fresca no momento da colheita.

Os resultados dos teores e distribuição de nutrientes na planta concordam com Malavolta et al. (1974) em que estudando a nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar, verificou que o N, P, K e Mg apresentaram alta mobilidade e são translocados para os órgãos mais novos à medida que as plantas se aproximam da fase de maturação, ao passo que o Ca é considerado um elemento imóvel e tende a se acumular nas folhas velhas.

Na Tabela 5 encontram-se os teores dos nutrientes observados nos colmos. Verificou-se que os teores de N, P e Ca não foram influenciados pelo manejo nem pelo efeito residual de adubação. Os teores de N acumulados neste estudo assemelham-se aos resultados obtidos por Camilotti et al. (2006) que encontraram teores de nitrogênio nos colmos, coletados por ocasião do 3º e 4º cortes, variando de 3,80 a 4,46 g kg⁻¹ e 2,55 a 2,65 g kg⁻¹, respectivamente.

Em relação ao P e Ca, os teores encontrados são semelhantes aos quantificados por Nogueira et al. (2007) estudando o acúmulo de nutrientes em cana de 5º corte (variedade SP 81- 3250) cultivada em solo tratado com lodo de esgoto e vinhaça por quatro anos consecutivos.

Os teores de K e Mg diferiram estatisticamente entre manejo e as adubações. O K apresentou maiores teores no manejo cana crua em relação e cana queimada. O maiores teores de K nos colmos da cana crua podem ser decorrente da liberação rápida deste elemento da palhada, sendo desta forma absorvido pela cana ao longo de todo ciclo. Segundo Malavolta et al. (1989) a liberação do K do material vegetal ocorre rapidamente e este comportamento do elemento favorece seu acúmulo na forma iônica no citoplasma da célula. Entre as adubações, o efeito residual da testemunha com aplicação de vinhaça e a adubação com 80 kg de N ha⁻¹ em cobertura apresentaram o maior e menor teor de K, respectivamente, no manejo cana crua; ao passo que no manejo cana queimada o maior e menor teor de K ocorreu na testemunha absoluta e no efeito residual da adubação com vinhaça + 40 kg de N ha⁻¹ em cobertura, respectivamente. O teor de Mg foi superior no manejo cana queimada em relação à cana crua.

Na cana colhida crua não houve diferença entre as adubações nos teores de Mg nos colmos. Na cana queimada o efeito residual da adubação com 80 kg de N ha⁻¹ em cobertura e vinhaça + 40 kg de N ha⁻¹ em cobertura apresentaram o maior e o menor teor de Mg nos colmos, respectivamente. Verificou-se que os teores de Mg nos colmos foram superiores aos teores de Ca. Este resultado pode estar relacionado à maior mobilidade do Mg no interior das plantas até o final do ciclo da cultura em comparação ao Ca.

Tabela 5 - Teores de nutrientes (g kg⁻¹) nos colmos de cana planta, em diferentes sistemas de manejo e adubação.

Adubação	Efeito de interação manejo/adubação									
	N		P		K		Ca		Mg	
	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q
TA	2,6	3,5	0,4	0,3	9,2 ab	8,3 a	0,3	0,5	0,6	0,6 ab
TV	3,1	3,2	0,4	0,3	11,0 a	7,1 ab	0,4	0,3	0,5	0,6 ab
V+80 kg NI	3,1	2,6	0,3	0,3	8,5 ab	7,0 ab	0,5	0,5	0,6	0,7 ab
V+40 kg NC	2,8	2,5	0,4	0,3	10,0 ab	4,8 b	0,3	0,3	0,5	0,5 b
80 kg NI	4,0	3,1	0,3	0,3	9,8 ab	8,1 ab	0,4	0,5	0,6	0,6 ab
V+80 kg NC	2,8	2,9	0,3	0,3	7,9 ab	6,3 ab	0,4	0,5	0,5	0,6 ab
80 kg NC	3,3	3,9	0,3	0,3	7,6 b	6,2 ab	0,4	0,6	0,5	0,8 a
Efeito de manejo	3,1	3,1	0,4	0,3	9,1 A	6,8B	0,4	0,5	0,5 B	0,6 A

Valores médios de 4 repetições para efeito de interação. Valores médios de 28 repetições para efeito de manejo. Letras maiúsculas diferem entre colunas. Letras minúsculas diferem entre linhas. A ausência de letras indica que a variável não foi significativa no teste F a 5 % de probabilidade. C = cana crua; Q = cana queimada; TA = testemunha absoluta; TV = testemunha com vinhaça; V + 80 kg NI = vinhaça + 80 kg de N incorporado; V + 80 kg NC = vinhaça + 80 kg de N em cobertura; 80 kg NI = 80 kg de N incorporado; 80 kg NC = 80 kg de N em cobertura; V+40 kgNC = vinhaça + 40 kg de N em cobertura.

Avaliando-se os teores de nutrientes na palhada da cana planta (Tabela 6), verificou-se que não ocorreram diferenças significativas em função do manejo e efeito residual de adubação. Este resultado pode ser decorrente da adubação convencional que foi realizada de forma homogênea na área no momento da renovação do canavial, indicando que não houve influência de efeito residual das adubações do ciclo anterior.

Os teores de N, P e K na palhada são considerados como inadequados para o crescimento e desenvolvimento normal da cana-de-açúcar (Raij & Cantarella, 1996). Este resultado pode ser decorrente do fato de estar se analisando folhas velhas, das quais ocorreu a translocação destes nutrientes para os órgãos fotossinteticamente ativos. Ainda segundo Raij & Cantarella (1996) os teores de Ca e Mg na palhada estão em concentrações considerados adequados para o crescimento e desenvolvimento normal da cana-de-açúcar. Segundo Malavolta (1989) a baixa mobilidade do Ca, faz com que muito pouco deste elemento seja translocado das folhas velhas para as mais novas. Dechen & Nachtigall (2007) afirma que plantas deficientes apresentam teores foliares de Ca inferiores a 4 g kg⁻¹. Uma vez que Ca é pouco translocado das folhas velhas para os outros órgãos das plantas pode-se inferir que não houve deficiência deste elemento para a cultura.

Para as pontas (Tabela 7) verificou-se que, somente os teores de N diferiram para o efeito de manejo, apresentando o maior valor na cana crua. Os maiores teores de N nas pontas, no manejo sob cana crua, pode ser oriundo da preservação da palhada sobre o solo, que além de fornecer N, mantém maior umidade favorecendo dessa forma sua absorção. Segundo Urquiaga et al. (1991) em estudos com cana-de-açúcar, junto com a palhada são adicionados ao solo cerca de 42 kg N ha⁻¹ ano⁻¹.

Tabela 6 - Teores de nutrientes (g kg^{-1}) na palhada de cana planta, em diferentes sistemas de manejo e adubação.

Adubação	Efeito de interação manejo/adubação									
	N		P		K		Ca		Mg	
	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q
TA	3,7	3,9	0,2	0,2	3,3	3,8	5,1	4,8	1,7	1,5
TV	3,8	3,7	0,2	0,2	2,3	2,9	5,7	5,2	1,3	1,4
V+80 kg NI	3,9	3,8	0,2	0,2	3,5	2,7	6,3	5,8	1,7	1,6
V+40 kg NC	3,9	3,9	0,2	0,2	2,7	4,2	5,5	5,6	1,4	1,4
80 kg NI	4,1	3,8	0,2	0,2	3,8	3,5	5,5	5,5	1,7	1,6
V+80 kg NC	3,8	3,7	0,2	0,2	3,5	2,8	5,2	5,7	1,3	1,4
80 kg NC	3,6	3,9	0,2	0,2	3,1	2,8	5,0	5,1	1,4	1,6
Efeito de manejo	3,8	3,8	0,2	0,2	3,2	3,3	5,5	5,4	1,5	1,5

Valores médios de 4 repetições para efeito de interação. Valores médios de 28 repetições para efeito de manejo. A ausência de letras indica que as variáveis não foram significativas no teste F a 5 % de probabilidade. C = cana crua; Q = cana queimada; TA = testemunha absoluta; TV = testemunha com vinhaça; V + 80 kg NI = vinhaça + 80 kg de N incorporado; V + 80 kg NC = vinhaça + 80 kg de N em cobertura; 80 kg NI = 80 kg de N incorporado; 80 kg NC = 80 kg de N em cobertura; V+40 kg NC = vinhaça + 40 kg de N em cobertura.

Tabela 7 - Teores de nutrientes (g kg^{-1}) nas pontas de cana planta, em diferentes sistemas de manejo e adubação.

Adubação	Efeito de interação manejo/adubação									
	N		P		K		Ca		Mg	
	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q
TA	7,4	7,2	1,2	1,0	21,1	19,5	3,4	3,4	1,3	1,3
TV	7,1	7,3	1,2	1,2	21,5	20,4	3,4	3,0	1,5	1,1
V+80 kg NI	7,3	7,2	1,0	1,1	19,3	20,5	3,3	3,1	1,3	1,4
V+40 kg NC	7,8	7,9	1,1	1,1	18,5	19,5	3,6	3,1	1,4	1,3
80 kg NI	7,8	7,2	1,2	1,1	21,4	22,9	3,4	3,4	1,5	1,3
V+80 kg NC	7,3	7,3	1,0	1,1	18,4	20,2	3,0	3,2	1,4	1,3
80 kg NC	8,6	7,6	1,1	1,1	19,1	19,5	3,3	3,3	1,5	1,6
Efeito de manejo	7,8 A	7,4	1,1	1,1	20,0	20,4	3,35	3,2	1,4	1,3

Valores médios de 4 repetições para efeito de interação. Valores médios de 28 repetições para efeito de manejo. Letras maiúsculas diferem entre colunas. Letras minúsculas diferem entre linhas. A ausência de letras indica que a variável não foi significativa no teste F a 5 % de probabilidade. C = cana crua; Q = cana queimada; TA = testemunha absoluta; TV = testemunha com vinhaça; V + 80 kg NI = vinhaça + 80 kg de N incorporado; V + 80 kg NC = vinhaça + 80 kg de N em cobertura; 80 kg NI = 80 kg de N incorporado; 80 kg NC = 80 kg de N em cobertura; V+40 kg NC = vinhaça + 40 kg de N em cobertura.

Segundo Raij & Cantarella (1996) os teores de N e P estão abaixo dos valores considerados adequados para a cana-de-açúcar. Semelhante ao que ocorreu na palhada, este resultado pode ser decorrente de estar se analisando plantas ao final do ciclo. Ainda segundo estes mesmos autores, os teores de K nas pontas encontram-se em concentrações consideradas elevadas para a cana-de-açúcar, mesmo na testemunha absoluta. Os elevados teores de K nas pontas podem estar relacionados ao alto potencial produtivo da variedade (RB 86 7515), ser resultado da translocação deste elemento das folhas velhas para as mais novas no final do ciclo da cultura, conforme verifica-se na Tabelas 6 e 7 ou pode estar sendo fornecido pelo solo em função da grande quantidade de vinhaça que foi adicionada ao solo da área experimental ao longo de vários anos anteriores à implantação deste estudo. Os teores de Ca e Mg nas pontas são considerados adequados para a cana-de-açúcar.

4.3 - Acúmulo e Exportação de Nutrientes nos Colmos de Cana Planta

Na Tabela 8 estão apresentados os valores de exportação de nutrientes em 100 Mg de colmos frescos. Após análise estatística verificou-se que a extração de N, P e Ca não foi afetada pelo efeito residual de adubação e manejo cana crua e queimada. Este resultado demonstra que não ocorreu influência do efeito residual das adubações nitrogenadas dos anos anteriores no acúmulo de N e que o N acumulado nos colmos é proveniente do solo, da mineralização da matéria orgânica no preparo do solo, das reservas de N dos toletes (mudas), da eficiência do sistema radicular na absorção dos nutrientes e da associação da cultura da cana-de-açúcar com bactérias fixadoras de N₂ atmosférico (Döbereiner et al., 1972; Lima et al., 1987; Urquiaga et al., 1992; Segato et al., 2006).

Os valores de N, P e Ca exportados pela variedade RB 86 7515 são inferiores aos observados por Orlando Filho (1993) estudando nutrição da cana-de-açúcar. Os baixos valores de exportação destes nutrientes podem estar relacionados ao efeito de diluição pela alta produtividade de colmos da variedade. A exportação de K apresentou diferenças entre manejo e adubação. A cana colhida crua extraiu quantidades de potássio superiores à cana colhida com queima da palhada. A maior absorção do K pela cana colhida crua em relação à cana queimada pode ser decorrente da preservação da palhada, a qual proporcionou maior umidade no solo e liberação do nutriente ao longo de todo o ciclo da cultura. Verificou-se que na cana crua o efeito residual da adubação somente com vinhaça apresentou a maior exportação de K. A menor exportação de K na cana crua ocorreu nos tratamentos onde se avaliou o efeito residual da adubação com 120 kg de K₂O + 80 kg de N ha⁻¹ em cobertura. No manejo cana queimada a maior e menor exportação de K foi observada na testemunha absoluta e no efeito residual da adubação com vinhaça + 40 kg de N ha⁻¹ em cobertura. A quantidade de K exportado do solo em 100 Mg de colmos frescos de cana planta é semelhante aos resultados obtidos por Orlando Filho (1993) estudando a nutrição da cana-de-açúcar.

Tabela 8 - Nutrientes exportados (kg 100 Mg⁻¹) nos colmos de cana planta, em diferentes sistemas de manejo e adubação.

Adubação	Efeito de interação manejo/adubação									
	N		P		K		Ca		Mg	
	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q
TA	69,2	93,4	11,2	9,2	244,7 ab	222,3 a	7,9	13,5	14,9	15,4 b
TV	81,5	85,3	10,1	8,6	291,8 a	188,0 ab	10,6	9,4	13,0	15,3 b
V+80 kg NI	83,7	69,4	8,8	8,0	226,5 ab	185,5 ab	12,8	13,5	13,5	17,6 ab
V+40 kg NC	75,5	67,0	10,2	7,8	267,0 ab	128,0 b	9,1	9,1	13,2	13,2 b
80 kg NI	106,	82,6	9,4	8,4	261,0 ab	214,5 ab	10,1	14,7	16,4	17,0 ab
V+80 kg NC	74,7	77,5	8,3	7,8	210,6 ab	168,8 ab	11,3	12,7	13,7	16,8 ab
80 kg NC	89,3	104,1	9,1	8,4	202,7 b	165,1 ab	9,6	15,6	13,6	20,1 a
Efeito de manejo	82,8	82,8	9,6	8,3	243,5 A	181,7 B	10,2	12,6	14,0 B	16,5 A

Valores médios de 4 repetições para efeito de interação. Valores médios de 28 repetições para efeito de manejo. Letras maiúsculas diferem entre colunas. Letras minúsculas diferem entre linhas. A ausência de letras indica que a variável não foi significativa no teste F a 5 % de probabilidade. C = cana crua; Q = cana queimada; TA = testemunha absoluta; TV = testemunha com vinhaça; V + 80 kg NI = vinhaça + 80 kg de N incorporado; V + 80 kg NC = vinhaça + 80 kg de N em cobertura; 80 kg NI = 80 kg de N incorporado; 80 kg NC = 80 kg de N em cobertura; V + 40 kg NC = vinhaça + 40 kg de N em cobertura.

A exportação de Mg diferiu entre cana crua e queimada, sendo o maior valor observado na cana queimada. A exportação de Mg não foi afetada pelo efeito residual de adubação no manejo cana crua. Na cana queimada houve efeito residual de adubação na

exportação de Mg, sendo o maior valor exportado observado no tratamento onde foram aplicados 120 kg de K_2O + 80 kg de N ha^{-1} em cobertura. Os menores valores de exportação de Mg na cana queimada foram encontrados na testemunha absoluta e no efeito residual de adubação da testemunha com vinhaça e vinhaça + 40 kg de N ha^{-1} em cobertura.

Com exceção do K, as quantidades de nutrientes exportados nos colmos de cana planta da variedade em questão (RB 867515) nas condições deste estudo são inferiores aos valores obtidos por Orlando Filho (1993) estudando a nutrição de cana-de-açúcar, citado por Segato et al. (2006). Os altos valores de K acumulados e exportados nos colmos da cana planta podem ser oriundos da grande quantidade de vinhaça que foi aplicada na área experimental ao longo de vários anos antes de ser iniciado este estudo. Os elevados valores de K acumulados nos colmos na testemunha absoluta em ambos os manejos podem ser decorrentes da maior concentração nos teores em função da menor produtividade, ou seja, nos tratamentos que apresentaram produtividades maiores houve maior diluição de K acumulado na massa fresca.

4.4 - Acúmulo de Nutrientes na Palhada de Cana Planta

Na Tabela 9 encontram-se os valores de nutrientes remanescentes no solo através da palhada da cana planta. Foi verificado que o acúmulo de nutrientes na palhada da cana planta não foi influenciado pelo efeito de manejo. Avaliando-se o efeito residual das adubações no acúmulo de nutrientes na palhada observou-se que N e P não apresentaram diferenças entre as adubações realizadas. Assim como observado nos colmos, este resultado parece indicar que não houve influência do efeito residual das adubações nitrogenadas dos anos anteriores no acúmulo de N e que o N acumulado na palhada da cana planta é proveniente do próprio solo, da mineralização da matéria orgânica no preparo do solo, das reservas de N dos toletes (mudas), da eficiência do sistema radicular na absorção dos nutrientes e da associação da cana-de-açúcar com bactérias fixadoras de N_2 atmosférico (Döbereiner et al., 1972; Lima et al., 1987; Urquiaga et al., 1992; Segato et al., 2006).

Na cana crua os maiores acúmulos de K na palhada foram observados nos efeitos residuais da testemunha com vinhaça, 120 kg de K_2O + 80 kg de N ha^{-1} incorporado ao solo e 120 kg de K_2O + 80 kg de N ha^{-1} em cobertura. O menor acúmulo de K na cana crua ocorreu no efeito residual de adubação com vinhaça + 80 kg de N ha^{-1} em cobertura. Na cana queimada o K apresentou os maiores acúmulos de nutrientes nos efeitos residuais de adubação com 120 kg de K_2O + com 80 kg de N ha^{-1} incorporado ao solo e vinhaça + 80 kg de N ha^{-1} em cobertura. Os menores acúmulos de K na palhada da cana queimada foram observados na testemunha absoluta e no efeito residual de adubação com 120 kg de K_2O + 80 kg de N ha^{-1} em cobertura. Em relação ao Ca, na cana crua verificou-se o maior acúmulo para o efeito de adubação com vinhaça + 80 kg de N ha^{-1} incorporado ao solo e vinhaça + 40 kg de N ha^{-1} em cobertura. O menor valor de Ca acumulado na palhada da cana crua foi observado para a adubação com vinhaça + 80 kg de N ha^{-1} em cobertura. Na cana queimada o acúmulo de Ca não foi afetado pelos efeitos residuais das adubações. O maior acúmulo de Mg na palhada da cana planta colhida crua foi observado na testemunha absoluta e nas adubações com vinhaça + 40 kg de N ha^{-1} em cobertura e vinhaça + 80 kg de N ha^{-1} incorporado ao solo. O menor acúmulo de Mg na palhada da cana planta colhida crua foi observado no efeito residual da adubação com vinhaça + 80 kg de N ha^{-1} em cobertura. Na cana queimada o acúmulo de Mg não foi afetado pelos efeitos residuais das adubações dos anos anteriores. Apesar de não ter sido observada diferença entre os manejos cana crua e queimada no acúmulo de Ca e Mg, de modo geral a cana crua tende a apresentar maiores valores de acúmulo e extração de Ca e Mg na cultura da cana-de-açúcar.

De maneira semelhante ao acúmulo de nutrientes nos colmos, a quantidade de nutrientes acumulados na palhada da cana planta apresentaram magnitude semelhante aos

valores encontrada por Urquiaga et al. (1992) e Orlando Filho (1993) estudando a nutrição e ciclagem de nutrientes em cana-de-açúcar.

Tabela 9 - Acúmulo de nutrientes (kg ha⁻¹) na palhada de cana planta, em diferentes sistemas de manejo e adubação.

Adubação	Efeito de interação manejo/adubação									
	N		P		K		Ca		Mg	
	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q
TA	79,8	69,7	9,3	7,6	149,5 ab	128,3 b	66,1 ab	52,6	22,8 a	18,4
TV	76,3	67,9	8,8	8,4	160,8 a	152,4 ab	60,0 ab	52,2	18,6 ab	16,1
V+80 kg NI	78,9	69,7	8,0	8,1	154,3 ab	157,4 ab	70,9 a	59,0	22,3 a	19,7
V+40 kg NC	88,1	83,9	9,1	9,9	152,1 ab	154,2 ab	72,7 a	60,6	22,6 a	19,1
80 kg NI	72,8	77,5	8,5	8,9	160,6 a	164,3 a	58,0 ab	64,4	20,2 ab	20,5
V+80 kg NC	66,1	71,0	7,1	8,5	126,8 b	167,0 a	51,6 b	56,2	15,6 b	17,1
80 kg NC	82,0	71,6	8,7	7,4	163,6 a	133,1 b	59,2 ab	54,7	20,5 ab	20,7
Efeito de manejo	77,7	73,0	8,5	8,4	152,5	151,0	62,6	57,1	20,4	18,8

Valores médios de 4 repetições para efeito de interação. Valores médios de 28 repetições para efeito de manejo. Letras maiúsculas diferem entre colunas. Letras minúsculas diferem entre linhas. A ausência de letras indica que a variável não foi significativa no teste F a 5 % de probabilidade. C = cana crua; Q = cana queimada; TA = testemunha absoluta; TV = testemunha com vinhaça; V + 80 kg NI = vinhaça + 80 kg de N incorporado; V + 80 kg NC = vinhaça + 80 kg de N em cobertura; 80 kg NI = 80 kg de N incorporado; 80 kg NC = 80 kg de N em cobertura; V + 40 kg NC = vinhaça + 40 kg de N em cobertura.

4.5 - Produção de Colmos, Acúmulo de Palhada e Pontas em Cana de Primeira Soca

Na Tabela 10 encontram-se os valores médios de produtividade de colmos e o acúmulo da palhada e pontas frescas da cana de primeira soca. Entre as adubações efetuadas, verificou-se que a aplicação de vinhaça associada à incorporação do fertilizante nitrogenado proporcionou aumento significativo na produtividade da cana-de-açúcar independente do sistema de manejo crua ou queimada. Este resultado pode ser devido ao melhor aproveitamento do N-fertilizante incorporado ao solo. Segundo Lara Gabezas (1998) estudando a volatilização de N-fertilizante (uréia) incorporado e em cobertura em sistema de plantio direto, a perda de N aplicado em cobertura pode atingir valores próximos a 70% do N total aplicado no solo, reduzindo dessa forma o potencial produtivo das culturas.

Nos dois sistemas de manejo (crua e queimada) a testemunha absoluta diferiu apresentando os menores valores na produtividade de colmos. Este resultado reforça a afirmação feita por Trivelin (2000) e Vitti (2003) de que a adubação nitrogenada é primordial para se obter maiores produtividades e longevidade das soqueiras de cana-de-açúcar.

Analisando o efeito do manejo, verificou-se que a cana crua diferiu da cana queimada apresentando produtividade superior de colmos. Segundo Mendoza et al. (2000) o aumento da produtividade da cana-de-açúcar no sistema de colheita de cana crua pode estar relacionado à manutenção da palhada sobre o solo favorecendo a manutenção da umidade do solo, aumentando o teor de matéria orgânica, a disponibilidade de N, e em decorrência disto melhorando as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Estes resultados confirmam ainda a hipótese de Mielniczuk et al. (2003) de que a adubação nitrogenada e a preservação da palhada sobre o solo aumentam a eficiência do sistema produtivo da cana-de-açúcar.

Em relação ao acúmulo da palhada, verificou-se que ocorreram diferenças entre as adubações nas duas formas de manejo. Os valores de palhada fresca produzidos estiveram de forma geral entre 10 a 20 Mg ha⁻¹. Os resultados obtidos neste estudo confirmam aqueles

observados por Vitti (2003), estudando a adubação nitrogenada da cana-de-açúcar soqueira colhida mecanicamente sem a queima prévia.

Tabela 10 - Valores¹ de massa (Mg ha⁻¹) de colmos, palhada e pontas frescas de cana de primeira soca sob manejo crua e queimada com diferentes doses de adubação.

Adubação	Efeito de interação manejo/adubação					
	Colmos		Palhada		Pontas	
	Crua	Queimada	Crua	Queimada	Crua	Queimada
TA	108,3 b	83,2 c	8,7 ab	10,6 ab	8,0 b	7,8
TV	121,3 ab	100,0 bc	8,5 ab	10,0 ab	8,2 ab	9,2
V+80 kg NI	154,0 a	146,1 a	6,9 Bb	12,0 Aa	7,2 b	7,8
V+40 kg NC	140,4 ab	126,0 ab	8,5 ab	11,7 a	6,8 Bb	8,5 A
80 kg NI	143,5 ab	132,7 ab	9,6 ab	12,0 a	8,6 ab	7,7
V+80 kg NC	144,2 ab	121,1 abc	11,0 a	8,1 b	7,9 b	7,3
80 kg NC	121,2 ab	103,8 bc	6,8 Bb	11,7 Aa	10,2 a	9,1
Efeito de manejo	133,3 A	116,3 B	8,6	10,9	8,1	8,2

¹Média de 4 repetições para efeito de interação. 1 Média de 28 repetições para efeito de manejo. Letras maiúsculas diferem entre colunas. Letras minúsculas diferem entre linhas. A ausência de letras indica que a variável não foi significativa no teste F a 5 % de probabilidade. TA = testemunha absoluta; TV = testemunha com vinhaça; V + 80 kg NI = vinhaça + 80 kg de N incorporado; V + 80 kg NC = vinhaça + 80 kg de N em cobertura; 80 kg NI = 80 kg de N incorporado; 80 kg NC = 80 kg de N em cobertura; V + 40 kg NC = vinhaça + 40 kg de N em cobertura.

A Figura 2 mostra a produtividade de colmos entre a adubação com aplicação de vinhaça + 40 kg de N ha⁻¹ em cobertura e aplicação de vinhaça + 80 kg de N ha⁻¹ em cobertura. Não houve diferença na produtividade de colmos entre as doses de N aplicadas em cobertura, independente do manejo. Guedes (2002) avaliando a produtividade de colmos na cana de primeira soca na mesma área e as mesmas adubações verificou que a adubação com vinhaça + 40 kg de N ha⁻¹ em cobertura apresentou produtividade superior à dose de 80 kg de N ha⁻¹ em cobertura. A menor eficiência no aproveitamento do N-fertilizante na maior dose de N aplicada pode ser decorrente do aumento da concentração na faixa de aplicação e consequentemente aumento da ação microbiana no solo, resultando na perda de N-NH₃ por volatilização. Estes resultados reforçam a hipótese de que o aumento da eficiência da adubação nitrogenada não depende somente do aumento da dose aplicada. Segundo Vitti (2003) o aumento da dose de N de baixa estabilidade química (fonte amídica) aplicada em faixa na superfície do solo aumenta as perdas de N-NH₃ por volatilização.

Na Figura 3 está apresentada a produtividade de colmos na cana de primeira soca em função da adubação com 150 m³ ha⁻¹ de vinhaça e 120 kg de K₂O ha⁻¹, ambas complementadas com 80 kg de N ha⁻¹ em cobertura. Não houve diferença na produtividade de colmos entre os tratamentos que receberam a aplicação de vinhaça e adubação com 120 kg de K₂O ha⁻¹. Apesar de não ter sido observada diferença estatística, verificou-se que o uso da vinhaça como fertilizante proporcionou aumento na produtividade de colmos em relação à dose de K₂O, da ordem de 15,9 % no manejo cana crua e 14,3 % na cana queimada. Este resultado parece indicar que a exigência nutricional de K da cana-de-açúcar nas condições deste estudo foi suprida com a aplicação de vinhaça. Silva (2004) avaliando a produtividade de colmos na mesma área com as mesmas doses de vinhaça e K₂O, porém utilizando a variedade SP71-1406 obteve resultados semelhantes aos deste estudo. Estes resultados reforçam a hipótese de Camilotti et al. (2006) sobre a eficiência da vinhaça como fonte de K na produtividade e na qualidade industrial da cana-de-açúcar. Segundo De-Polli et al. (1988) a resposta da cana-de-açúcar à aplicação de vinhaça pode ser decorrente, além do efeito do K,

da presença de outros nutrientes tais como nitrogênio, cálcio, magnésio e fósforo; matéria orgânica e da água que compõem o mosto.

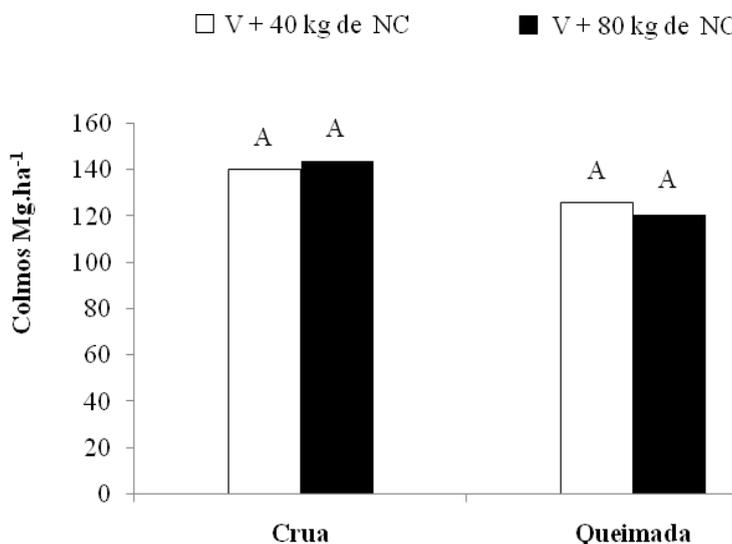


Figura 2 - Produtividade de colmos em cana de primeira soca em função da adubação com vinhaça e diferentes doses de N, aplicadas em cobertura sob manejo cana crua e queimada. Média de 4 repetições.

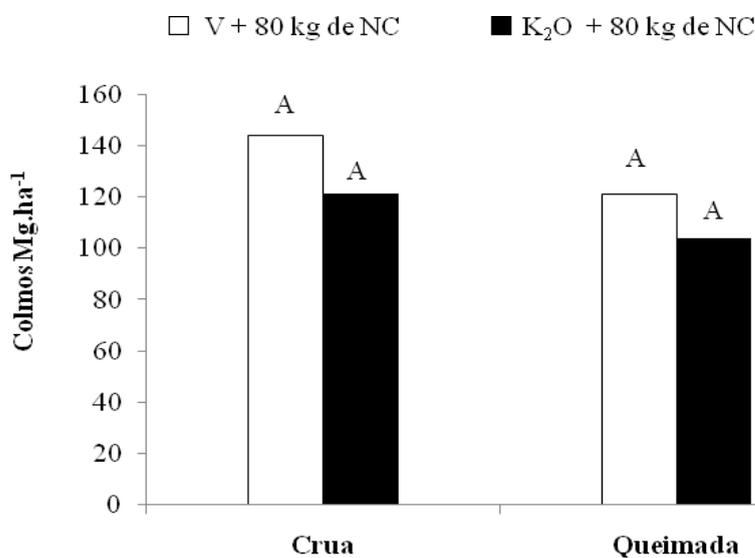


Figura 3 - Produtividade de colmos em cana de primeira soca em função da adubação com vinhaça e K₂O complementada com adubação nitrogenada sob manejo cana crua e queimada. Média de 4 repetições.

Na Figura 4 são apresentados os resultados da estimativa de produtividade de litros de álcool ha⁻¹ na cana de primeira soca. O manejo cana crua diferiu estatisticamente apresentando produtividade superior à cana queimada. Constatou-se que a produtividade média obtida nos dois sistemas de manejo é superior à média nacional (6.454,00 l ha⁻¹)

(Conab, 2008 - acessado em 17/01/2009). Este resultado é função direta da alta produtividade dos colmos da variedade utilizada.

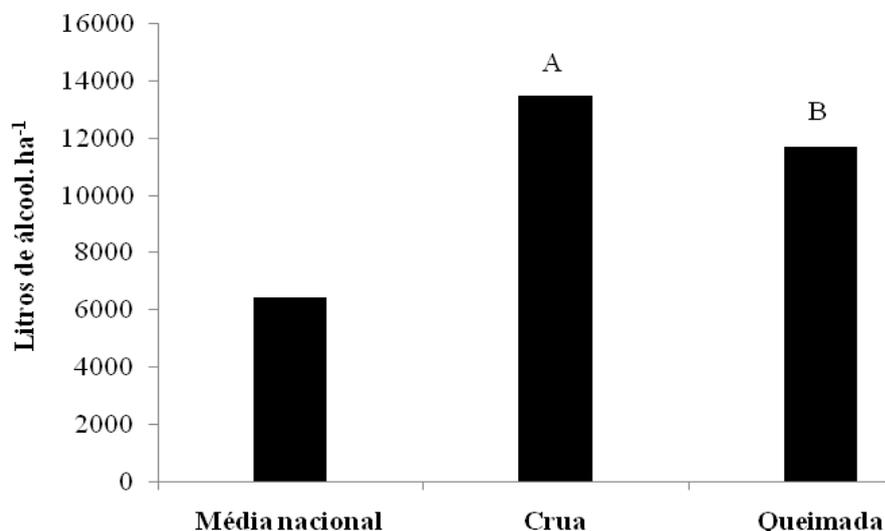


Figura 4 - Estimativa de litros prováveis de álcool produzidos ha⁻¹ de cana de primeira soca sob manejo cru e queimado comparada à média nacional. Média de 28 repetições.

4.6 - Teores de Nutrientes nos Colmos, Palhada e Pontas de Cana de Primeira Soca

Nas Tabelas 11, 12 e 13 são apresentados os teores de nutrientes dos colmos, palhada e pontas da cana de primeira soca. A distribuição e os teores de nutrientes nos três órgãos analisados (colmos, palhada e pontas) apresentaram-se de forma semelhante entre a cana planta, onde se analisou o efeito residual das adubações anteriores e a cana de primeira soca, na qual foram realizadas e analisadas as adubações propostas para o estudo. A semelhança na distribuição e nos teores de nutrientes nas plantas entre os dois ciclos parece demonstrar que o acúmulo de nutrientes no final do ciclo da cultura independe da adubação, podendo ser interpretado como acúmulo de manutenção e translocação.

Não foi observado influência de manejo nos teores de nutrientes nos colmos da cana de primeira soca. Entre as adubações constatou-se que somente os teores de N no manejo cana cru apresentaram variações. A testemunha absoluta e a aplicação de vinhaça + 40 kg de N ha⁻¹ em cobertura apresentaram os maiores teores de N nos colmos na cana cru. A adubação com 120 kg de K₂O + 80 kg de N ha⁻¹ em cobertura apresentou o menor teor de N nos colmos na cana cru.

Avaliando-se os teores de nutrientes na palhada da cana de primeira soca (Tabela 12), verificou-se que não ocorreram diferenças em função do manejo e adubação. Assim como na cana planta os teores e a distribuição dos nutrientes na palhada de cana-de-açúcar no final do ciclo da cultura, indicam que são independentes do manejo e adubação.

Tabela 11 - Teores de nutrientes (g kg^{-1}) nos colmos de cana de primeira soca em diferentes sistemas de manejo e adubação.

Adubação	Efeito de interação manejo/adubação									
	N		P		K		Ca		Mg	
	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q
TA	3,0 a	2,7	0,4	0,5	13,9	13,5	0,5	0,8	0,6	0,6
TV	2,8 ab	2,7	0,6	0,4	13,3	14,4	0,5	0,7	0,5	0,6
V+80 kg NI	2,3 abc	2,5	0,4	0,5	10,0	10,2	0,5	0,6	0,5	0,5
V+40 kg NC	2,9 a	3,0	0,5	0,5	15,1	14,7	0,6	0,6	0,6	0,6
80 kg NI	2,3 bc	2,4	0,5	0,4	10,5	11,8	0,5	0,6	0,4	0,5
V+80 kg NC	2,1 bc	2,9	0,5	0,6	12,6	13,2	0,7	0,6	0,7	0,6
80 kg NC	2,0 c	2,9	0,4	0,6	9,2	14,5	0,6	0,8	0,4	0,5
Efeito de manejo	2,5	2,7	0,5	0,5	12,1	13,2	0,6	0,7	0,5	0,6

Valores médios de 4 repetições para efeito de interação. Valores médios de 28 repetições para efeito de manejo. Letras maiúsculas diferem entre colunas. Letras minúsculas diferem entre linhas. A ausência de letras indica que as variáveis não foram significativas no teste F a 5 % de probabilidade. C = cana crua; Q = cana queimada; TA = testemunha absoluta; TV = testemunha com vinhaça; V + 80 kg NI = vinhaça + 80 kg de N incorporado; V + 80 kg NC = vinhaça + 80 kg de N em cobertura; 80 kg NI = 80 kg de N incorporado; 80 kg NC = 80 kg de N em cobertura; V + 40 kg N = vinhaça + 40 kg de N em cobertura.

Tabela 12 - Teores de nutrientes (g kg^{-1}) na palhada de cana de primeira soca em diferentes sistemas de manejo e adubação.

Adubação	Efeito de interação manejo/adubação									
	N		P		K		Ca		Mg	
	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q
TA	3,0	2,5	0,2	0,2	1,9	1,7	4,8	4,3	1,1	1,0
TV	2,7	2,9	0,2	0,2	1,4	2,2	3,9	4,4	1,0	1,1
V+80 kg NI	2,5	2,7	0,2	0,2	1,3	1,7	3,7	3,8	1,0	1,0
V+40 kg NC	2,8	2,6	0,2	0,2	1,7	1,7	4,2	4,3	1,1	1,0
80 kg NI	2,4	2,9	0,1	0,2	1,1	1,9	3,8	4,1	1,0	1,0
V+80 kg NC	2,7	2,7	0,2	0,2	1,9	1,5	4,3	3,8	1,1	1,0
80 kg NC	2,2	2,4	0,2	0,2	1,2	2,0	3,4	4,3	1,0	1,0
Efeito de manejo	2,6	2,7	0,2	0,2	1,5	1,8	4,0	4,1	1,0	1,0

Valores médios de 4 repetições para efeito de interação. Valores médios de 28 repetições para efeito de manejo. A ausência de letras indica que as variáveis não foram significativas no teste F a 5 % de probabilidade. C = cana crua; Q = cana queimada; TA = testemunha absoluta; TV = testemunha com vinhaça; V + 80 kg NI = vinhaça + 80 kg de N incorporado; V + 80 kg NC = vinhaça + 80 kg de N em cobertura; 80 kg NI = 80 kg de N incorporado; 80 kg NC = 80 kg de N em cobertura; V + 40 kg NC = vinhaça + 40 kg de N em cobertura.

Quanto aos teores de nutrientes nas pontas da cana de primeira soca (Tabela 13), não houve diferenças no acúmulo de N, P e K entre as adubações nos dois manejos. Os teores de Ca não diferiram entre as adubações na cana crua. Na cana queimada foram verificadas diferenças nos valores de Ca acumulados na palhada, sendo o maior teor encontrado na adubação com aplicação de vinhaça + 40 kg de N ha^{-1} em cobertura. Os menores teores de Ca ocorreram nas adubações com vinhaça + 80 kg de N ha^{-1} incorporado ao solo e 120 kg de K_2O + 80 kg de N ha^{-1} aplicados em cobertura sobre o solo. O Mg apresentou maiores teores nos tratamentos com aplicação de vinhaça + 40 kg de N ha^{-1} em cobertura e 120 kg de K_2O + 80 kg de N ha^{-1} incorporado ao solo no manejo cana queimada. O menor teor de Mg foi observado no tratamento 120 kg de K_2O + 80 kg de N ha^{-1} em cobertura sobre o solo.

Tabela 13 - Teores de nutrientes (g kg^{-1}) nas pontas de cana de primeira soca em diferentes sistemas de manejo e adubação.

Adubação	Efeito de interação manejo/adubação									
	N		P		K		Ca		Mg	
	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q
TA	8,2	7,9	1,2	1,3	20,1	20,5	3,0	3,3 ab	1,5	1,4 ab
TV	7,1	8,1	1,2	1,3	18,6	20,8	2,9	3,5 ab	1,3	1,3 ab
V+80 kg NI	8,2	8,1	1,4	1,4	22,5	21,7	3,4	2,8 b	1,5	1,4 ab
V+40 kg NC	9,1	8,1	1,5	1,3	22,6	22,3	3,6	3,9 a	1,5	1,7 a
80 kg NI	7,0	7,3	1,2	1,1	18,2	18,9	3,1	3,1 ab	1,5	1,7 a
V+80 kg NC	7,4	8,1	1,2	1,2	18,1	18,7	3,3	2,9 ab	1,2	1,5 ab
80 kg NC	6,9	7,0	1,1	1,3	18,0	21,9	2,9	2,8 b	1,3	1,2 b
Efeito de manejo	7,7	7,8	1,2	1,3	19,7	20,7	3,2	3,2	1,4	1,5

Valores médios de 4 repetições para efeito de interação. Valores médios de 28 repetições para efeito de manejo. Letras maiúsculas diferem entre colunas. Letras minúsculas diferem entre linhas. A ausência de letras indica que as variáveis não foram significativas no teste F a 5 % de probabilidade. C = cana crua; Q = cana queimada; TA = testemunha absoluta; TV = testemunha com vinhaça; V + 80 kg NI = vinhaça + 80 kg de N incorporado; V + 80 kg NC = vinhaça + 80 kg de N em cobertura; 80 kg NI = 80 kg de N incorporado; 80 kg NC = 80 kg de N em cobertura; V + 40 kg NC = vinhaça + 40 kg de N em cobertura.

4.7 - Acúmulo e Exportação de Nutrientes nos Colmos de Cana de Primeira Soca

A quantidade de nutrientes exportados 100 Mg^{-1} de colmos na cana de primeira soca estão apresentados na Tabela 14. Não houve diferença na exportação de nutrientes em função do efeito de manejo. Analisando a exportação de nutrientes entre as adubações dentro de cada manejo, verificou-se na cana colhida crua que a testemunha absoluta e a adubação com vinhaça + 40 kg de N ha^{-1} em cobertura exportaram valores de N superiores aos demais. A menor exportação de N na cana crua ocorreu na adubação com 120 kg de K_2O + 80 kg de N ha^{-1} em cobertura. Na cana queimada não houve diferença na exportação de N entre as adubações. Para o P, a cana colhida crua apresentou a maior e menor exportação nos tratamentos onde foi aplicado somente vinhaça e na adubação com vinhaça + 80 kg de N ha^{-1} incorporado ao solo, respectivamente. Na cana queimada, a maior exportação de P ocorreu na adubação com vinhaça + 40 kg de N ha^{-1} em cobertura. A menor exportação de P na cana queimada foi observada na adubação com vinhaça + 80 kg de N ha^{-1} em cobertura. O K apresentou o maior valor exportado na adubação com vinhaça + 40 kg de N ha^{-1} em cobertura ao solo na cana colhida crua. Os menores valores de K exportado na cana colhida crua foram observados nas adubações com vinhaça + 80 kg de N ha^{-1} incorporado ao solo, 120 kg de K_2O + 80 kg de N ha^{-1} incorporado ao solo, vinhaça + 80 kg de N ha^{-1} em cobertura e 120 kg de K_2O + 80 kg de N ha^{-1} em cobertura. Na cana queimada os maiores valores de K exportados foram observados nos tratamentos que receberam adubação com vinhaça + 40 kg de N ha^{-1} em cobertura, vinhaça + 80 kg de N ha^{-1} em cobertura e 120 kg de K_2O + 80 kg de N ha^{-1} em cobertura. O Ca não diferiu entre as adubações na cana colhida crua. Na cana queimada os maiores valores de Ca exportados foram observados na testemunha absoluta, na adubação com vinhaça + 80 kg de N ha^{-1} incorporado ao solo e 120 kg de K_2O + 80 kg de N ha^{-1} em cobertura. O menor valor de Ca exportado na cana queimada ocorreu na adubação com 120 kg de K_2O + 80 kg de N ha^{-1} incorporado ao solo. A exportação de Mg não foi afetada pela adubação nos manejos cana crua e cana queimada.

Da mesma forma como na cana planta, os altos valores de K exportados na testemunha absoluta da cana planta tanto na cana crua quanto queimada podem ser decorrentes da grande quantidade de potássio que foi aplicada na área experimental ao longo de vários anos

anteriores ao início da experimentação. Além disso, a menor produtividade na testemunha absoluta pode ter aumentado à concentração nos teores de K nos colmos.

Com exceção do K, os valores dos nutrientes exportados nos colmos pela variedade RB 86 7515 são inferiores aos observados por Orlando Filho (1993), estudando a nutrição da cana-de-açúcar, citado por Segato et al. (2006) e semelhantes aos valores de variedades estudadas por Gomes (2003), onde foi avaliada a produção de colmos e a exportação de macronutrientes primários em doze cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos.

Tabela 14 - Nutrientes exportados ($\text{kg } 100 \text{ Mg}^{-1}$) nos colmos de cana de primeira soca, em diferentes sistemas de manejo e adubação.

Adubação	Efeito de interação manejo/adubação									
	N		P		K		Ca		Mg	
	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q
TA	79,1 a	71,8	12,4 bcd	15,1 ab	349,3 ab	327,2 ab	15,1	20,7 a	17,3	16,6
TV	73,8 ab	71,1	20,4 a	12,4 ab	295,3 ab	256,7 b	16,0	16,7 ab	14,0	17,3
V + 80 kg NI	61,2 abc	67,1	7,9 d	14,2 ab	237,6 b	268,7 b	16,2	20,7 a	13,2	14,6
V+40 kg NC	78,5 a	79,1	9,3 cd	16,9 a	387,5 a	405,2 a	15,5	18,0 ab	16,0	17,3
80 kg NI	57,9 bc	65,2	15,1 b	15,2 ab	256,3 b	315,2 ab	15,8	13,2 b	10,6	14,6
V+80 kg NC	55,2 bc	77,1	14,2 b	12,3 b	266,9 b	394,6 a	17,2	15,8 ab	18,0	17,3
80 kg NC	52,5 c	76,5	13,3 bc	12,5 ab	268,7 b	395,2 a	18,2	20,1 a	11,3	13,3
Efeito de manejo	65,4	72,6	13,2	14,1	294,5	337,5	16,3	17,9	14,3	15,9

Valores médios de 4 repetições para efeito de interação. Valores médios de 28 repetições para efeito de manejo. Letras maiúsculas diferem entre colunas. Letras minúsculas diferem entre linhas. A ausência de letras indica que a variável não foi significativa no teste F a 5 % de probabilidade. C = cana crua; Q = cana queimada; TA = testemunha absoluta; TV = testemunha com vinhaça; V + 80 kg NI = vinhaça + 80 kg de N incorporado; V + 80 kg NC = vinhaça + 80 kg de N em cobertura; 80 kg NI = 80 kg de N incorporado; 80 kg NC = 80 kg de N em cobertura; V + 40 kg NC = vinhaça + 40 kg de N em cobertura.

4.8 - Acúmulo de Nutrientes na Palhada da Cana de Primeira Soca

Na Tabela 15 são apresentados os valores de nutrientes acumulados na palhada da cana de primeira soca no momento da colheita. Não foi verificada diferença no acúmulo de nutrientes em função do efeito de manejo. As adubações afetaram de forma significativa o acúmulo de nutrientes na palhada da cana de primeira soca. O maior acúmulo de N na cana colhida crua foi verificado na testemunha absoluta, ao passo que os menores valores foram encontrados na adubação com vinhaça + 40 kg de N ha^{-1} em cobertura e 120 kg de K_2O + 80 kg de N ha^{-1} em cobertura. No manejo cana queimada não houve diferença no acúmulo de nutrientes entre as adubações. Para o P não foi verificada diferença no acúmulo de nutrientes entre as adubações na cana colhida crua. Na cana queimada houve diferença no acúmulo de P entre as adubações, sendo o maior e menor valor observado na adubação com 120 kg de K_2O + 80 kg de N ha^{-1} em cobertura e vinhaça + 80 kg de N ha^{-1} em cobertura, respectivamente. O acúmulo de K não diferiu entre as adubações na cana colhida crua. Na cana queimada os tratamentos que receberam adubação somente com vinhaça, vinhaça + 40 kg de N ha^{-1} em cobertura e 120 kg de K_2O + 80 kg de N ha^{-1} em cobertura apresentaram acúmulos de K superiores às demais adubações. O menor acúmulo de K na cana queimada foi observado no tratamento que recebeu vinhaça + 80 kg de N ha^{-1} em cobertura. Em relação ao Ca o maior acúmulo foi observado no tratamento que recebeu vinhaça + 80 kg de N ha^{-1} em cobertura na cana crua. Na cana queimada o maior e menor valor de acúmulo de Ca foi observado nas adubações com vinhaça + 40 kg de N ha^{-1} em cobertura e vinhaça + 80 kg de N ha^{-1} em cobertura. O maior acúmulo de Mg na cana crua foi observado na testemunha absoluta. Os menores acúmulos de Mg na cana crua foram encontrados nos tratamentos que receberam

vinhaça + 40 kg de N ha⁻¹ em cobertura, adubação com 120 kg de K₂O + 80 kg de N ha⁻¹ incorporado ao solo e 120 kg de K₂O + 80 kg de N ha⁻¹ em cobertura. Na cana queimada o maior acúmulo de Mg ocorreu no tratamento que recebeu 120 kg de K₂O + 80 kg de N ha⁻¹ em cobertura. Os menores acúmulos de Mg na cana queimada foram observados na testemunha absoluta na adubação com vinhaça + 80 kg de N ha⁻¹ em cobertura. As quantidades de nutrientes acumulados na palhada de cana de primeira soca são semelhantes aos valores encontrados por Orlando Filho (1993) estudando a nutrição da cana-de-açúcar.

Tabela 15 - Acúmulo de nutrientes (kg ha⁻¹) na palhada de cana de primeira soca, em diferentes sistemas de manejo e adubação.

Adubação	Efeito de interação manejo/adubação									
	N		P		K		Ca		Mg	
	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q
TA	53,4 a	47,0	4,8	5,5 ab	71,9	74,3 ab	36,1 b	44,4 c	14,2 a	11,1 c
TV	50,7 ab	48,0	5,1	5,8 ab	65,5	87,6 a	37,5 b	49,0 bc	12,4 ab	12,6 bc
V+80 kg NI	36,0 c	50,4	4,8	5,7 ab	67,2	77,2 ab	30,6 b	46,0 c	9,6 b	14,7 abc
V+40 kg NC	43,1 abc	50,9	5,4	6,3 ab	68,5	87,5 a	39,1 b	60,6 a	11,7 ab	16,0 ab
80 kg NI	40,8 bc	51,2	4,9	5,6 ab	64,8	73,2 ab	36,8 b	50,3 abc	10,2 b	14,9 abc
V+80 kg NC	40,9 bc	43,2	5,1	4,4 b	70,2	59,7 b	52,6 a	34,0 d	13,1 ab	11,9 c
80 kg NC	37,6 c	46,2	5,0	6,8 a	75,0	92,6 a	33,2 b	57,6 ab	9,9 b	16,5 a
Efeito de manejo	43,2	48,2	5,0	5,7	69,0	78,9	38,0	48,8	11,6	14,0

Valores médios de 4 repetições para efeito de interação. Valores médios de 28 repetições para efeito de manejo. Letras maiúsculas diferem entre colunas. Letras minúsculas diferem entre linhas. A ausência de letras indica que a variável não foi significativa no teste F a 5 % de probabilidade. C = cana crua; Q = cana queimada; TA = testemunha absoluta; TV = testemunha com vinhaça; V + 80 kg NI = vinhaça + 80 kg de N incorporado; V + 80 kg NC = vinhaça + 80 kg de N em cobertura; 80 kg NI = 80 kg de N incorporado; 80 kg NC = 80 kg de N em cobertura; V + 40 kg NC = vinhaça + 40 kg de N em cobertura.

4.9 - Qualidade Tecnológica nos Colmos da Cana de Primeira Soca

Na Tabela 16 são apresentados os valores médios de pol do caldo (%), °brix do caldo, e pureza do caldo (Pza %) para cana de primeira soca. Não foi verificada diferença nos valores da pol, brix e pureza no efeito de manejo. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Resende et al. (2006) estudando o efeito da queima da palhada da cana-de-açúcar e das aplicações de vinhaça e adubo nitrogenado em características tecnológicas da cultura. Diferindo do resultado obtido nesse estudo, Humbert (1974) verificou que a manutenção da palhada no solo aumentou de forma significativa, as características tecnológicas da cultura. Novaes (1971) e Delgado (1985) verificaram que a queima provocou aumento do °brix e diminuição do pol e acreditam que as variações entre os resultados encontrados para os parâmetros de qualidade tecnológica podem ser decorrentes das diferentes condições em que os estudos são desenvolvidos.

Quanto às adubações, somente o grau brix foi influenciado no manejo cana queimada, sendo verificado nesse manejo o maior e menor valor nas adubações com 80 kg de N ha⁻¹ incorporado ao solo e vinhaça + 40 kg de N ha⁻¹ em cobertura, respectivamente. Estes resultados divergem do estudo de Resende et al. (2006) onde foi verificado que a adubação nitrogenada reduziu o grau brix e a pol do caldo da cana-de-açúcar. Guedes (2002) estudando a qualidade da cana de açúcar na mesma área, sob os mesmos sistemas de manejo e adubação observou que a aplicação de vinhaça + 80 kg de N ha⁻¹ incorporado ao solo reduziu o grau brix, e a pol do caldo no manejo cana crua. A pureza do caldo não foi alterada pelas diferentes adubações, corroborando os resultados de Resende et al. (2006).

Tabela 16 - Valores¹ da qualidade tecnológica da cana de primeira soca em diferentes sistemas de manejo e adubação.

Adubação	Efeito de interação manejo/adubação					
	Pol %		OBrix		Pza %	
	Crua	Queimada	Crua	Queimada	Crua	Queimada
TA	18,8	19,2	22,3	23,0 ab	87,2	83,8
TV	19,6	19,4	22,7	23,1 ab	86,2	83,8
V+80 kg NI	20,0	20,1	23,1	23,1 ab	86,8	86,8
V+40 kg NC	19,4	18,9	22,8	22,0 b	85,4	86,0
80 kg NI	19,8	20,1	23,0	23,6 a	86,2	85,3
V+80 kg NC	20,0	19,4	23,0	22,3 ab	87,4	86,9
80 kg NC	19,8	19,6	23,2	23,4 ab	85,4	84,0
Efeito de manejo	19,6	19,5	22,9	22,9	86,4	85,2

1Média de 4 repetições para efeito de interação. 1 Média de 28 repetições para efeito de manejo. Letras maiúsculas diferem entre colunas. Letras minúsculas diferem entre linhas. A ausência de letras indica que a variável não foi significativa no teste F a 5 % de probabilidade. TA = testemunha absoluta; TV = testemunha com vinhaça; V + 80 kg NI = vinhaça + 80 kg de N incorporado; V + 80 kg NC = vinhaça + 80 kg de N em cobertura; 80 kg NI = 80 kg de N incorporado; 80 kg NC = 80 kg de N em cobertura; V+40 kg NI = vinhaça + 40 kg de N em cobertura.

Na Tabela 17 encontram-se os valores médios de açúcares redutores totais (ART %), fibra da cana (%), litros prováveis de álcool produzidos por Mg⁻¹ de colmos de cana de primeira soca (lpa Mg⁻¹). A análise estatística demonstra que o manejo cana crua e queimada e as adubações não interferiram na ART, fibra do caldo e na produção de álcool Mg⁻¹ de cana-de-açúcar. Os resultados de ART e fibra são semelhantes aos obtidos por Ceddia (1996) estudando o efeito do sistema de corte na produção de cana-de-açúcar e em propriedades físicas de solo de Tabuleiro no Espírito Santo. Não houve diferença na estimativa de produtividade de litros de álcool por Mg⁻¹ de colmos cana-de-açúcar entre o manejo cana crua e queimada, bem como entre as adubações. No entanto, a variedade utilizada apresentou produtividades superiores à média nacional, que segundo o terceiro levantamento da Conab (2008 - acessado em 17/01/2009) foi de 81,7 litros Mg⁻¹ de colmos de cana-de-açúcar.

Tabela 17 - Valores¹ da qualidade tecnológica e estimativa de produção de álcool da cana de primeira soca em diferentes sistemas de manejo e adubação

Adubação	Efeito de interação manejo/adubação					
	ART %		Fibra %		lpa Mg ⁻¹	
	Crua	queimada	crua	queimada	crua	queimada
TA	20,6	20,3	10,9	10,8	96,7	98,9
TV	20,7	20,5	10,8	10,7	100,7	99,9
V+80 kg NI	21,2	21,2	10,9	11,1	102,7	102,7
V+40 kg NC	20,6	20,0	10,8	10,8	99,9	97,3
80 kg NI	21,0	21,3	10,9	11,0	101,7	103,3
V+80 kg NC	21,2	20,5	10,8	10,4	103,0	100,3
80 kg NC	20,9	20,8	10,8	11,0	101,7	100,8
Efeito de manejo	20,9	20,7	10,9	10,8	100,9	100,4

1Média de 4 repetições para efeito de interação. Média de 28 repetições para efeito de manejo. A ausência de letras indica que a variável não foi significativa no teste F a 5 % de probabilidade. ART% = açúcares redutores totais; lpa Mg⁻¹ = litros prováveis de álcool por tonelada de cana; TA = testemunha absoluta; TV = testemunha com vinhaça; V + 80 kg NI = vinhaça + 80 kg de N incorporado; V + 80 kg NC = vinhaça + 80 kg de N em cobertura; 80 kg NI = 80 kg de N incorporado; 80 kg NC = 80 kg de N em cobertura; V+40 kg NI = vinhaça + 40 kg de N em cobertura.

5 CONCLUSÕES

Este estudo teve como objetivos avaliar o efeito residual de adubação em cana planta e o efeito da adubação realizada após a colheita da cana de primeira soca, resultando em conclusões distintas conforme exposto a seguir:

Cana planta

Não foi verificado efeito residual de adubação e manejo na produtividade de colmos na cana planta.

Os maiores teores de N, P e K foram obtidos nas pontas, tanto para cana crua quanto cana que imada.

Cana de primeira soca

O sistema de manejo cana crua proporcionou maior produtividade de colmos e álcool na cana de primeira soca.

A adubação com vinhaça + 80 kg de N ha⁻¹ incorporado ao solo proporcionou maior rendimento de colmos, indicando melhor aproveitamento pela planta do N-fertilizante aplicado ao solo.

A produtividade de colmos não apresentou diferença entre as doses de 40 e 80 kg de N ha⁻¹ aplicadas em cobertura sobre o solo, ambas com a mesma dose de vinhaça.

O rendimento de colmos nos tratamentos que receberam aplicação de vinhaça foi superior aos tratamentos que foram adubados com a dose equivalente a 120 kg de K₂O ha⁻¹ da ordem de 15,9 % na cana crua e 14,3 % na cana queimada, ambas adubadas com 80 kg de N ha⁻¹ em cobertura.

A qualidade tecnológica da cana-de-açúcar de primeira soca não foi afetada pelo efeito de manejo e adubação.

Os maiores teores de N, P e K foram encontrados nas pontas, tanto para cana crua quanto cana queimada.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J. R. O problema da vinhaça. *Brasil Açucareiro*, v.46, n.2, 1955, p.72-77.
- AMARAL SOBRINHO, N. M. B. Efeito da vinhaça em mistura com nitrato na dinâmica do nitrogênio em solo ácido. 1983. Tese (Doutorado em Ciências do solo) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí, 1983. 95p.
- ARBEX, M. A; CANÇADO, J. R. D; PEREIRA, L. A. A; BRAGA, A. L. F; SALDIVA, P. H. N. Queima de biomassas e efeito sobre a saúde. *Jornal brasileiro de pneumologia*, São Paulo, p.158-175, mar-abr, 2004.
- AUDE, M.I.S.; MARCHEZAN, P.L.; DARIVA, T.; PIGNATARO, L.H.B. Manejo do palhão da cana-de-açúcar: efeito na produção de colmos industrializáveis e outras características agronômicas. *Ciência Rural*, v.23, p.281-286, 1993.
- AZEREDO, D. F. Colheita da cana-de-açúcar com e sem queima. Campos dos Goytacazes, UFRRJ, Campus “Dr. Leonel Miranda”, 1994, 46p.
- BITTENCOURT, V. C; FAGANELLO, B. F.; SALATA, J. C. Eficiência da adubação nitrogenada em cana-de-açúcar (planta). *Revista STAB – Açúcar, Álcool e Sub-Produtos*, Piracicaba: v.5, n.1, p.25-29. 1986.
- BRAUNBECK, A.O; MAGALHÃES, P. S. G. Colheita sustentável, com aproveitamento integral da cana. *Visão Agrícola*, 1(1):72-78. 2004
- BRAUNBECK, O. A; OLIVEIRA, J. T. A. Colheita de cana-de-açúcar com auxílio mecânico. *Engenharia. Agrícola. Jaboticabal*. v.26, n.1, p. 300-308, an./abr, 2006.
- BODDEY, R.M.; POLIDORO, J.C.; RESENDE, A.S.; ALVES, B.J.R. & URQUIAGA, S. Use of the ¹⁵N natural abundance technique for the quantification of the contribution of N₂ fixation to sugar cane and other grasses. *Aust. J. Plant Physiol*, v.28, p.1-7, 2001.
- BOHM, G.M. Impactos da poluição dos veículos automotores na saúde humana e meio ambiente. FIESP/CIESP, São Paulo: 1986. n.p.
- BUSATO, J. G.; CANELLAS, L. P; VELLOSO, A. C. X. Fósforo num Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar por longo tempo. I - Fracionamento seqüencial. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Viçosa: v.29, n.6, p.945-953, Nov./Dez, 2005.
- CAMILOTTI, F.; ANDRIOLI, I.; MARQUES, M.O.; SILVA, A.R.; TASSO JUNIOR, L.C.; NOBILE, F.O. NOGUEIRA, G.A.; PRATI, F. Produtividade e qualidade agroindustrial da cana-de-açúcar cultivada com lodo de esgoto, vinhaça e adubos minerais. *Revista STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos*, Piracicaba: v.24, n.3, p.32-35, 2006.

CAMPOS, D.C. Potencialidade do sistema de colheita sem queima da cana-de-açúcar para o seqüestro de carbono. 2003. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 2003. 103p.

CANA-DE-AÇÚCAR. Proálcool procura seu caminho para sobreviver. A Granja, Porto Alegre, v.53, n.581, p.12-17, 1997.

CANELLAS, L.P; VELLOSO, A.C.X.; MARCIANO, C.R; RAMALHO, J.F.G.P.; RUMJANEK, V.M.; REZENDE, C.E. & SANTOS, G.A. Propriedades químicas de um Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhiço e adição de vinhaça por longo tempo. Revista Brasileira de Ciências do Solo, Viçosa: v.27 n.5, p.935-944, 2003.

CEDDIA, M. B. Efeito do sistema de corte na produção de cana-de-açúcar e em propriedades físicas de solo de tabuleiro no Espírito Santo. 1996. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 1996. 89p.

CEDDIA, M. B., ANJOS, L.H.C., LIMA, E., SILVA, L. A. & RAVELLI NETO, A. Sistemas de colheita de cana-de-açúcar e alterações nas propriedades físicas de um solo Podzólico amarelo no Estado do Espírito Santo. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v.34, n.8, p.1467-73, 1999.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira. Cana-de-Açúcar, Safra 2007/2008, terceiro levantamento, dezembro de 2008. <http://www.conab.gov.br/conabweb/>, acessado em 17/01/2009.

COPERSUCAR. Amostragem e análise da cana-de-açúcar. São Paulo: 1980, 37 p.

DANALATOS, N.G; ARCHONTOULIS F.G; MITSIOS, I. Potential growth and biomass productivity of *Miscanthus giganteus* as affected by plant density and N-fertilization in central Greece. Biomass and Bioenergy, Rotterdam, v. 31, p. 145-152, 2007.

DECHEN, A. R. & NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F; ALVAREZ V, V. H; BARROS, N. F; FONTES, R. L. F; CANTARUTTI, R. B; NEVES, J. C. L. Fertilidade do solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, MG, 2007, 1017 p.

DELGADO, A. A. Os efeitos da queima dos canaviais. Revista STAB, p.42-44, Jul/Ago, 1985.

DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L.; SANTOS, G. A.; CUNHA, L. H.; FREIRE, L. R.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; PEREIRA, N. N. C.; EIRA, P. A.; BLOISE, R. M.; SALER, R. C. Manual de adubação para o estado do Rio de Janeiro. Itaguaí: Ed. Universidade Rural, Série Ciências Agrárias n.2, p.179, 1988.

DÖBEREINER, J.; DAY, J.M.; DART, P.J. Nitrogenase activity in the rhizosphere of sugar cane and some other tropical grasses. Plant and Soil, v.37, p.191-196, 1972.

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

EPAMIG. Informe Agropecuário. v.28, n.239, p.17-19, jul./ago, 2007.

FRANCO, H. C. J.; BOLOGNA, I. R.; FARONI, C. E.; VITTI, A. C.; TRIVELIN, P.C. O. Acúmulo de macronutrientes em cana-de-açúcar em função da adubação nitrogenada e dos resíduos culturais incorporados ao solo no plantio. *Bragantia*, Campinas, v.66, n.4, p.669-674, 2007. <http://www.scielo.br/scielo> (acessado em 21/01/2009).

FREIRE, W. J. & CORTEZ, I. A. B. Vinhaça de cana-de-açúcar. Série engenharia agrícola. Livraria e editora Agropecuária, v.1, 2000, 203 p.

FURLANI NETO, V.L.; RIPOLI, T.C.; VILA NOVA, NA. Biomassa de cana-de-açúcar: energia contida no palhicho remanescente de colheita mecânica. *Stab – Açúcar, Álcool e Subprodutos*, v.15, p.24-27, 1997.

GLÓRIA, N. A da. Utilização agrícola da vinhaça. *Brasil Açucareiro*, v.86, n.5, p.11-17, 1975.

GLÓRIA, N. A. da; FONTANARI, N.; ALONSO, O.; HENRIQUE, J. L. P.; GERALDI FILHO, L.; ALBUQUERQUE, F. C. Complementação da soqueira de cana-de-açúcar fertilizada com vinhaça. In: Congresso Nacional da STAB, Convenção da ACTALAC, n.5, 1984, São Paulo: n.3, Anais... p.74-6, 1984.

GLÓRIA, N. & ORLANDO FILHO, J. Aplicação de vinhaça: Um resumo e discussões sobre o que foi pesquisado. *Revista Álcool Açúcar*, n.16, p.32-39, 1984.

GOMES, J. F. F. Produção de colmos e a exportação de macronutrientes primários por cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). 2003. Dissertação. (mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2003. 64 p.

GONÇALVES, T. M. Impacto da queima da palha da cana-de-açúcar na saúde. II Fórum Ambiental da Alta Paulista, p.1-13, 2006. www.amigosdanatureza.org.br. (acessado em 15/06/2009).

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. Conceição da Barra. Espírito Santo. 2002. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2002. 77p.

HUMBERT, R.P. El cultivo de la caña de azúcar. México, Continental, 1974, 719p.

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

JOHANSSON, T.B.; KELLY, H.; REDDY, A.K.N.; WILLIAMS, R.H. The Brazilian fuel-alcohol program in renewable energy-sources for fuels and electricity. Edts Island Press, Washington. p.256-267, 1993.

LARA CABEZAS, W.A.R. Comportamento dos adubos nitrogenados em clima e solo de Cerrado. In: Curso sobre aspectos básicos de fertilidade e microbiologia do solo sob plantio direto, 1., Passo Fundo, 1998. Passo Fundo: Aldeia Norte, p.78-92. 1998.

LIMA, J. F. W. F.; DA SILVA, G. L.; DE LUNA, J. G.; DA SILVA, M. A.; OLIVEIRA, E. M. Efeito de doses crescentes de vinhaça e níveis de nitrogênio na produtividade da cana-de-açúcar. In: Congresso Nacional da STAB, 1987, Olinda: n.4, Np, Anais...1987.

LIMA, E. Quantificação da fixação biológica de nitrogênio associada à cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). 1988. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí, 1988. 121p.

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 Cooperusucar, Piracicaba: 1997, 23p.

MACEDO, N.M.; BOTELHO, P.S.M.; CAMPOS, M.B.S. Controle químico de cigarrinha-da-raiz em cana-de-açúcar e impacto sobre a população de artrópodes. Stab – Açúcar, Álcool e Subprodutos, v.21, p.30-33, 2003.

MAGRO, J. A.; SILVA, L. C. F.; ZAMBELLO JÚNIOR, E.; ORLANDO FILHO, J. Estudo da complementação mineral da vinhaça na fertilização de cana-de-açúcar com trator de eixo alto. Saccharum STAB, São Paulo, v.4, n.14, p.28-30, 1981.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; MELLO, F. A. F.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. Ed. Pioneira. São Paulo: 1974, p.259-290.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas. Piracicaba, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989, 201p.

MARINHO, E. V. A; KIRCHHOFF, V. W. H. Projeto fogo: um experimento para avaliar os efeitos das queimadas de cana-de-açúcar na baixa temperatura. Revista Brasileira de Geofísica, São Paulo, v. 9, p.107-119, ago, 1991.

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

MENDOZA, H. N. S.; LIMA, E.; SILVA, L. A.; ANJOS, L. H. C. propriedades químicas e biológicas de solo de tabuleiro cultivado com cana-de-açúcar com e sem queima da palhada. Revista Brasileira de Ciências do Solo. v.24, n.1, p.201-07, 2000.

MEURER, E. J.; BISSANI, C. A.; SELBACH, P. A. Poluentes do solo e do ambiente. In: Meurer, E. J. (ed.). Fundamentos de química do solo. Porto Alegre: Genesis, v.1, 2000, p.151-168.

MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F.M; LOVATO, T.; FERNANDES, F.F. & DEBARBA, L. Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H. & SCHAEFER, C.E.G.R., eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.3. p.209-248, 2003.

NEVES, M. C. P.; LIMA, I. T.; DOBEREINER, J. Efeito da vinhaça sobre a microflora do solo. Revista Brasileira de Ciências do Solo, Campinas: v.7, n.2, p.131-136, 1983.

NG KEE KWONG, K. F.; DEVILLE, J.; CAVALOT, P. C.; RIVIERE, V. Value of cane trash in nitrogen nutrition of surcane. Plant and Soil, v.102, p.79-83, 1987.

NOGUEIRA, T. A. R.; MARQUES, M. O.; FONSECA, I. M.; MENDONÇA, L. Q. H. Nutrientes em cana-de-açúcar de 5º corte cultivada em solo tratado com lodo de esgoto e vinhaça por quatro anos consecutivos. Revista de Biologia e Ciências da Terra. v.7, n.2, 2º semestre de 2007.

NOVAIS, F. V. Influencia do sistema de despalha e do período de armazenamento, sobre as características agroindustriais da cana-de-açúcar. 1971. Tese (Doutorado) – ESALQ/USP, Piracicaba, 1971. 58p.

OLIVEIRA, M. W.; TRIVELIN, P. C. O; GAVA, G. J. C; PENATTI, C. P. Degradação da palhada de cana-de-açúcar. Scientia Agrícola, Piracicaba: v.56 n.4, p.803-809, out./dez, 1999.

ORLANDO FILHO, J.; HAAG, H.P. & ZAMBELLO Jr. E. Crescimento e absorção de macronutrientes pela cana-de-açúcar, variedade CB 41-76 em função de idade em solos do Estado de São Paulo. Boletim Técnico Planalsucar, n.2, 128p. Piracicaba, 1980.

ORLANDO FILHO, J. Calagem e adubação da cana-de-açúcar. In: CÂMARA, G.M.S.; OLIVEIRA, E. A. M.. Produção de cana-de-açúcar. 9ª Ed. Piracicaba: fealq/USP, 1993, p.133-146.

OLIVEIRA, M. W.; TRIVELIN, P. C. O.; PENATTI, C. P.; PICCOLO, M. C. Decomposição e liberação de nutrientes da palhada de cana-açúcar em campo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.34, n.12, p.2359-2362, 1999.

PAULILLO, L. F; VIAN, C. E. F; SHIKIDA, P. F. A; MELLO, F. T. Álcool combustível e biodiesel no Brasil: *quo vadis* ? Revista Economia e Sociologia Rural. Brasília: v.45 n. 3, p. 531-565, jul./set, 2007.

PEIXOTO, M. & COELHO, M. Aplicação da vinhaça diluída em cana-de-açúcar por sistema de aspersão. In: Congresso Nacional da STAB, 1981, Rio de Janeiro, n.2, Anais... p.177-94, 1981.

PEREIRA, V.; GLÓRIA, N. A. da; MAGALHÃES, P. M. A adubação nitrogenada das soqueiras de cana-de-açúcar fertilizadas com vinhaça. Revista Álcool e Açúcar, v.5 n.20, p.28-30, 1985.

PLANALSUCAR. Nutrição e fertilidade. In: Relatório Anual do Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar. Piracicaba: IAC, 1979. 44p.

PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DA CANA-DE-AÇÚCAR. 2008. (pmgca.dbv.cca.ufscar.br – acessado em 27/02/2008).

QUESADA D.M. Parâmetros quantitativos e qualitativos da biomassa de genótipos de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com potencial para uso energético, na forma de carvão vegetal. 2005. Tese (Doutorado em Agronomia Ciência do Solo) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2005. 65f.

RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H. Outras culturas industriais: In: RAIJ. B. VAN; CANTARELLA, H; QUAGGIO, J. A. & FURLANI, A. M. C. (Coord). Recomendações de adubações e calagem para o Estado de São Paulo. 2ª Ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC. 1996. p. 233-236.

RAVINDRANATH, N.H; BALACHANDRA, P; DASAPPA, S; RAO, K.U. Bioenergy technologies for carbon abatement. Biomass and Bioenergy, Rotterdam, v.30, p.826-837, 2006.

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

RESENDE, A. S.; SANTOS, A.; XAVIER, R. P.; COELHO, C. H.; GONDIM, A.; OLIVEIRA, O. C.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; S. URQUIAGA. 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 Ciências do Solo, v.30, n.6, p.937-941, 2006.

RIBEIRO, H. Queimadas de cana-de-açúcar no Brasil: efeitos à saúde respiratória. Revista Saúde Pública, São Paulo: v. 42, n. 2, p.370-376, abr, 2008.

ROBERTSON, T. and SHAPOURI, H. Biomass: An Overview in the United States of America, Proceedings First Biomass Conference of the America: Energy, Environment, Agriculture, and Industry, Burlington, Vermont, U.S.A. p.1-17, 1993.

RODRIGUES, J. C. S.; MORAES, R. S.; GIACOMINI, G. M. Necessidade de nitrogênio em complementação à vinhaça. In: Congresso Nacional da STAB. Convenção da ACTALAC, n.3, 1984, São Paulo: n.5, Anais... p.70-74, 1984.

SAKANE, Y. E. M. As políticas de exploração da cana-de-açúcar no Brasil: da ocupação colonial à produção moderna. 2006. Dissertação (Mestrado). Universidade São Marcos. São Paulo, 2006. 175p.

SCARPINELLA, G. A. Reflorestamento no Brasil e o protocolo de Quioto. 2002. Dissertação (Mestrado) Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 2002. 162f.

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

SILVA, G. M. A. & ORLANDO FILHO, J. Caracterização da composição química dos diferentes tipos de vinhaça no Brasil. Boletim Técnico Planalsucar, v.3, n.8, p.5-22, 1981.

SILVA, L. C. F. da; ZAMBELLO Jr. E; ORLANDO, Fº, J. Complementação nitrogenada da vinhaça aplicada por aspersão. In: Congresso Nacional da STAB, 1981, Rio de Janeiro, n.2, Anais... p.165-76, 1981.

SILVA, L. A. Dinâmica do nitrogênio da uréia (15N) e utilização do N da palhada (15N) em cana soca colhida sob diferentes sistemas de manejo. 2004. Tese (Doutorado em ciência do solo). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2004. 46f.

SILVEIRA, J. A. G. Interações entre assimilação de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) cultivada em condições de campo. 1985. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1985. 152p.

SMITH, J. H.; DOUGLAS, C. L. Wheat straw decomposition in the field. Soil Science Society of America Proceeding, v.35, p.269-272, 1971.

TRIVELIN, P. C. O.; VICTORIA, R. L. e RODRIGUES, J. C. S. Aproveitamento por soqueira de cana-de-açúcar de final de safra do nitrogênio da aquamônia- 15N e uréia-15N aplicado ao solo em complemento à vinhaça. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília: v.30, n.12, p.1375-1358, 1995.

TRIVELIN, P.C.O. Utilização do nitrogênio pela cana-de-açúcar: Três casos estudados com o uso do traçador ¹⁵N. 2000. (Tese Livre-Docência) Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2000. 143p.

URQUIAGA, S.; BODDY, R. M.; OLIVEIRA, O. C.; LIMA, E.; GUIMARÃES, D. H. V. A importância de não queimar a palha na cultura de cana-de-açúcar. Seropédica: EMBRAPA-CNPBS, 1991. 12p. (EMBRAPA-CNPBS. (Comunicado Técnico, 5)

URQUIAGA, S.; CRUZ, K.H.S.; BODDEY, R.M. Contribution of nitrogen fixation to sugar cane: nitrogen-15 and nitrogen balance estimates. Soil Science Society of America Journal, v.56, p.105-114, 1992.

URQUIAGA, S.; RESENDE, A.S.; QUESADA, D.M.; SALLES, L.; GONDIM, 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, 1997, Rio de Janeiro, n.26. Anais... Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Rio de Janeiro, 1997, CD-ROM.

URQUIAGA, S.; LIMA, R. DE M., XAVIER, R. P.; RESENDE, A. S. DE; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Avaliação da eficiência do processo de fixação biológica de nitrogênio em diferentes variedades de cana-de-açúcar. Agronomia, v.37, p.55-58, 2003.

URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Produção de biocombustíveis - A questão do balanço energético. Revista de Política Agrícola, Brasília, DF: n. 5, Ano XIV: p.42-46, 2005.

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. 2002. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002. 140p.

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

VITTI, A.C. Adubação nitrogenada da cana-de-açúcar (soqueira) colhida mecanicamente sem a queima prévia: Manejo e efeito na produtividade. 2003. Tese (Doutorado), Centro de Energia Nuclear na Agricultura. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2003. 114p.

VITTI, A. C.; TRIVELIN, P. C. O.; GAVA, G. J. C.; FRANCO, H. C. J.; BOLOGNA, I. R.; FARONI, C. E. Produtividade da cana-de-açúcar relacionada à localização de adubos nitrogenados aplicados sobre os resíduos culturais em canavial sem queima. Revista Brasileira de Ciências do Solo, Viçosa: v.3, n.3, p.491-498, Mai./Jun, 2007.

WOOD, A.W. Management of crop residues following green harvesting of sugarcane in North Queensland. Soil & Tillage Research, v.20, p.69-85, 1991.

YADAY, D. V.; TODI, S.; SRIVASTAVA, A. K. Recycling of nutrients in trash with N for higher cane yield. Biological Wastes, v.20, p.133-141, 1987.

ZAMBELLO J.R., E. & AZEREDO, D.F. Adubação na Região Centro-sul. In: ORLANDO FILHO, J., coord. Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil. Piracicaba: IAA/PLANALSUCAR, p.351-368, 1983.

7 ANEXO

Análise de Variância de Produção de Colmos, Acúmulo de Palhada e Pontas na Cana Planta

Variável analisada: Colmos (Mg ha⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	197,250179	197,250179	0,307	0,6179
Bloco	3	1311,396250	437,132083	0,681	0,6200
Erro 1	3	1924,854821	641,618274		
Tratamento	6	2804,329643	467,388274	2,396	0,0474
Manejo*tratamento	6	1190,536071	198,422679	1,017	0,4298
Erro 2	36	7023,031429	195,084206		
Total corrigido	55	14451,398393			
CV 1 (%)	16,90				
CV 2 (%)	9,32				
Média geral	149,84				
N° de observações	56				

Variável analisada: Palhada (Mg ha⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	15,540179	15,540179	10,99	0,0452
Bloco	3	1,326250	0,442083	0,313	0,8173
Erro 1	3	4,239107	1,413036		
Tratamento	6	17,304643	2,884107	4,825	0,0010
Manejo*tratamento	6	14,881071	2,480179	4,150	0,0029
Erro 2	36	21,517143	0,597698		
Total corrigido	55	74,808393			
CV 1 (%)	14,02				
CV 2 (%)	9,12				
Média geral	8,48				
N° de observações	56				

Variável analisada: Pontas (Mg ha⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,951607	0,951607	0,058	0,8252
Bloco	3	10,189107	3,396369	0,207	0,8858
Erro 1	3	49,221964	16,407323		
Tratamento	6	58,088571	9,681429	1,673	0,1559
Manejo*tratamento	6	40,842143	6,807024	1,176	0,3405
Erro 2	36	208,306429	5,786290		
Total corrigido	55	367,599821			
CV 1 (%)	23,45				
CV 2 (%)	13,92				
Média geral	17,28				
N° de observações	56				

Análise de variância dos teores de nutrientes nos colmos, palhada e pontas na cana planta

Variável analisada: Nitrogênio nos colmos (g kg^{-1})

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,000114	0,000114	0,000	0,9906
Bloco	3	13,794821	4,598274	6,608	0,0776
Erro 1	3	2,087629	0,695876		
Tratamento	6	6,189571	1,031595	1,249	0,0053
Manejo*tratamento	6	4,691986	0,781998	0,947	0,4745
Erro 2	36	29,743100	0,826197		
Total corrigido	55	56,507221			
CV 1 (%)	26,80				
CV 2 (%)	29,20				
Média geral	3,11				
N° de observações	56				

Variável analisada: Fósforo nos colmos (g kg^{-1})

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,033029	0,033029	2,848	0,1900
Bloco	3	0,020436	0,006812	0,587	0,6636
Erro 1	3	0,034786	0,011595		
Tratamento	6	0,032021	0,005337	1,695	0,1504
Manejo*tratamento	6	0,008621	0,001437	0,456	0,8356
Erro 2	36	0,113329	0,003148		
Total corrigido	55	0,242221			
CV 1 (%)	31,97				
CV 2 (%)	16,66				
Média geral	0,34				
N° de observações	56				

Variável analisada: Potássio nos colmos (g kg^{-1})

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	75,423216	75,423216	11,10	0,0446
Bloco	3	4,013291	1,337764	0,197	0,8925
Erro 1	3	20,372934	6,790978		
Tratamento	6	38,830311	6,471718	2,947	0,0192
Manejo*tratamento	6	30,876096	5,146016	2,343	0,0518
Erro 2	36	79,070450	2,196401		
Total corrigido	55	248,586298			
CV 1 (%)	32,60				
CV 2 (%)	18,54				
Média geral	7,99				
N° de observações	56				

Variável analisada: Cálcio nos colmos (g kg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,115207	0,115207	8,228	0,0641
Bloco	3	0,251243	0,083748	5,981	0,0879
Erro 1	3	0,042007	0,014002		
Tratamento	6	0,151471	0,025245	1,478	0,2134
Manejo*tratamento	6	0,144793	0,024132	1,413	0,2366
Erro 2	36	0,614850	0,017079		
Total corrigido	55	1,319571			
CV 1 (%)	27,56				
CV 2 (%)	30,44				
Média geral	0,43				
N° de observações	56				

Variável analisada: Magnésio nos colmos (g kg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,107188	0,107188	38,32	0,0085
Bloco	3	0,008163	0,002721	0,973	0,5088
Erro 1	3	0,008391	0,002797		
Tratamento	6	0,114843	0,019140	2,570	0,0355
Manejo*tratamento	6	0,080600	0,013433	1,804	0,1260
Erro 2	36	0,268071	0,007446		
Total corrigido	55	0,587255			
CV 1 (%)	9,17				
CV 2 (%)	14,97				
Média geral	0,57				
N° de observações	56				

Variável analisada: Nitrogênio na palhada (g kg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,007088	0,007088	0,588	0,4989
Bloco	3	0,771877	0,257292	21,35	0,0158
Erro 1	3	0,036148	0,012043		
Tratamento	6	0,344161	0,057360	0,592	0,7345
Manejo*tratamento	6	0,518125	0,086354	0,891	0,5115
Erro 2	36	3,487800	0,096883		
Total corrigido	55	5,165198			
CV 1 (%)	2,88				
CV 2 (%)	8,16				
Média geral	3,81				
N° de observações	56				

Variável analisada: Fósforo na palhada (g kg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,000016	0,000016	0,025	0,8850
Bloco	3	0,001477	0,000492	0,758	0,5874
Erro 1	3	0,001948	0,000649		
Tratamento	6	0,001868	0,000311	0,355	0,9021
Manejo*tratamento	6	0,010096	0,001683	1,920	0,1041
Erro 2	36	0,031550	0,000876		
Total corrigido	55	0,046955			
CV 1 (%)	12,04				
CV 2 (%)	13,99				
Média geral	0,21				
N° de observações	56				

Variável analisada: Potássio na palhada (g kg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,102857	0,102857	0,143	0,7305
Bloco	3	2,308343	0,769448	1,070	0,4785
Erro 1	3	2,157771	0,719257		
Tratamento	6	5,823768	0,970628	1,594	0,1774
Manejo*tratamento	6	8,003318	1,333886	2,190	0,0667
Erro 2	36	21,927286	0,609091		
Total corrigido	55	40,323343			
CV 1 (%)	26,36				
CV 2 (%)	24,26				
Média geral	3,22				
N° de observações	56				

Variável analisada: Cálcio na palhada (g kg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,100302	0,100302	0,124	0,7479
Bloco	3	1,075691	6,358564	7,869	0,0620
Erro 1	3	2,424091	0,808030		
Tratamento	6	6,708825	1,118137	1,294	0,2846
Manejo*tratamento	6	1,329061	0,221510	0,256	0,9534
Erro 2	36	31,096943	0,863804		
Total corrigido	55	60,734912			
CV 1 (%)	16,51				
CV 2 (%)	17,07				
Média geral	5,44				
N° de observações	56				

Variável analisada: Magnésio na palhada (g kg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,004114	0,004114	0,160	0,7159
Bloco	3	0,489950	0,163317	6,355	0,0815
Erro 1	3	0,077100	0,025700		
Tratamento	6	0,658021	0,109670	1,998	0,0916
Manejo*tratamento	6	0,166586	0,027764	0,506	0,7998
Erro 2	36	1,976050	0,054890		
Total corrigido	55	3,371821			
CV 1 (%)	10,59				
CV 2 (%)	15,48				
Média geral	1,51				
N° de observações	56				

Variável analisada: Nitrogênio nas pontas (g kg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,004114	1,832445	20,768	0,0198
Bloco	3	0,489950	3,553135	40,269	0,0063
Erro 1	3	0,077100	0,088235		
Tratamento	6	0,658021	0,840724	0,833	0,5526
Manejo*tratamento	6	0,166586	0,374257	0,371	0,8927
Erro 2	36	1,976050	1,009514		
Total corrigido	55	3,371821			
CV 1 (%)	3,91				
CV 2 (%)	13,23				
Média geral	7,59				
N° de observações	56				

Variável analisada: Fósforo nas pontas (g kg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,005802	0,005802	0,604	0,4938
Bloco	3	0,183962	0,061321	6,380	0,0811
Erro 1	3	0,028834	0,009611		
Tratamento	6	0,158146	0,026358	1,401	0,2409
Manejo*tratamento	6	0,162611	0,027102	1,441	0,2264
Erro 2	36	0,677129	0,018809		
Total corrigido	55	1,216484			
CV 1 (%)	8,90				
CV 2 (%)	12,45				
Média geral	1,10				
N° de observações	56				

Variável analisada: Potássio nas pontas (g kg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	2,994688	2,994688	0,246	0,6543
Bloco	3	9,590934	3,196978	0,262	0,8498
Erro 1	3	36,591934	12,197311		
Tratamento	6	60,188011	10,031335	1,914	0,1051
Manejo*tratamento	6	20,986075	3,497679	0,667	0,6763
Erro 2	36	188,645457	5,240152		
Total corrigido	55	318,997098			
CV 1 (%)	17,35				
CV 2 (%)	11,37				
Média geral	20,13				
N° de observações	56				

Variável analisada: Cálcio nas pontas (g kg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,257857	0,257857	0,414	0,5658
Bloco	3	2,819100	0,939700	1,508	0,3718
Erro 1	3	1,868843	0,622948		
Tratamento	6	0,686743	0,114457	0,305	0,9302
Manejo*tratamento	6	0,782993	0,130499	0,348	0,9066
Erro 2	36	13,511407	0,375317		
Total corrigido	55	19,926943			
CV 1 (%)	24,05				
CV 2 (%)	18,67				
Média geral	3,28				
N° de observações	56				

Variável analisada: Magnésio nas pontas (g kg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,034007	0,034007	1,983	0,2538
Bloco	3	0,028064	0,009355	0,546	0,6844
Erro 1	3	0,051436	0,017145		
Tratamento	6	0,475350	0,079225	1,458	0,2202
Manejo*tratamento	6	0,385293	0,064215	1,182	0,3377
Erro 2	36	1,955900	0,054331		
Total corrigido	55	2,930050			
CV 1 (%)	9,54				
CV 2 (%)	16,98				
Média geral	1,37				
Ne de observações	56				

Análise de variância do acúmulo de nutrientes nos colmos e palhada de cana planta

Variável analisada: Acúmulo de nitrogênio nos colmos (kg 100 Mg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,081016	0,081016	0,000	0,9906
Bloco	3	9761,314263	3253,771421	6,609	0,0776
Erro 1	3	1477,055677	492,351892	0,947	0,3054
Tratamento	6	4379,215143	584,619954	1,248	0,4745
Manejo*tratamento	6	3320,224521	553,370754	0,000	0,9906
Erro 2	36	21046,318336	729,869190		
Total corrigido	55	39984,208955			
CV 1 (%)	26,79				
CV 2 (%)	29,20				
Média geral	82,81				
Nº de observações	56				

Variável analisada: Acúmulo de fósforo nos colmos (kg 100 Mg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	23,323207	23,323207	2,841	0,1905
Bloco	3	14,503386	4,834462	0,589	0,6629
Erro 1	3	24,632750	8,210917		
Tratamento	6	22,698961	3,783160	1,698	0,1498
Manejo*tratamento	6	6,129318	2,228007	0,459	0,8341
Erro 2	36	80,208264	1,021553		
Total corrigido	55	171,495886			
CV 1 (%)	31,99				
CV 2 (%)	16,66				
Média geral	8,95				
Nº de observações	56				

Variável analisada: Acúmulo de potássio nos colmos (kg 100 Mg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	53366,821207	53366,821207	11,106	0,0446
Bloco	3	2839,763586	946,587862	0,197	0,8925
Erro 1	3	14415,047521	4805,015840		
Tratamento	6	27473,639696	4578,939949	2,946	0,0192
Manejo*tratamento	6	21845,949368	3640,991561	2,343	0,0518
Erro 2	36	55947,181393	1554,088372		
Total corrigido	55	175888,402771			
CV 1 (%)	32,60				
CV 2 (%)	18,54				
Média geral	212,60				
Nº de observações	56				

Variável analisada: Acúmulo de cálcio nos colmos (kg 100 Mg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	81,433945	81,433945	8,222	0,0642
Bloco	3	177,901134	59,300378	5,987	0,0878
Erro 1	3	29,714177	9,904726		
Tratamento	6	107,278621	17,879770	1,479	0,2131
Manejo*tratamento	6	102,400793	17,066799	1,412	0,2370
Erro 2	36	435,220214	12,089450		
Total corrigido	55	933,948884			
CV 1 (%)	27,56				
CV 2 (%)	30,45				
Média geral	11,41				
N° de observações	56				

Variável analisada: Acúmulo de magnésio nos colmos (kg 100 Mg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	83,521287	83,521287	37,352	0,0088
Bloco	3	9,501820	3,167273	1,416	0,3908
Erro 1	3	6,708177	2,236059		
Tratamento	6	80,824243	13,470707	3,237	0,0120
Manejo*tratamento	6	65,543350	10,923892	2,625	0,0325
Erro 2	36	149,804579	4,161238		
Total corrigido	55	395,903455			
CV 1 (%)	9,79				
CV 2 (%)	13,35				
Média geral	15,28				
N° de observações	56				

Variável analisada: Acúmulo de nitrogênio na palhada (kg ha⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	303,738864	303,738864	1,201	0,3533
Bloco	3	550,858529	183,619510	0,726	0,6007
Erro 1	3	758,971436	252,990479		
Tratamento	6	1390,105600	231,684267	2,068	0,0815
Manejo*tratamento	6	553,180436	92,196739	0,823	0,5596
Erro 2	36	4032,636936	112,017693		
Total corrigido	55	7589,491800			
CV 1 (%)	21,10				
CV 2 (%)	14,04				
Média geral	75,39				
N° de observações	56				

Variável analisada: Acúmulo de fósforo na palhada (kg ha⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,248445	0,248445	0,045	0,8459
Bloco	3	2,089391	0,696464	0,126	0,9389
Erro 1	3	16,637462	5,545821		
Tratamento	6	16,149671	2,691612	1,427	0,2316
Manejo*tratamento	6	15,690593	2,615099	1,386	0,2468
Erro 2	36	67,927021	1,886862		
Total corrigido	55	118,742584			
CV 1 (%)	27,82				
CV 2 (%)	16,23				
Média geral	8,46				
N° de observações	56				

Variável analisada: Acúmulo de potássio na palhada (kg ha⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	33,774645	33,774645	0,058	0,8245
Bloco	3	259,553048	86,517683	0,150	0,9234
Erro 1	3	1732,488834	577,496278		
Tratamento	6	2856,127696	476,021283	2,612	0,0332
Manejo*tratamento	6	6155,584318	1025,930720	5,629	0,0003
Erro 2	36	6561,184443	182,255123		
Total corrigido	55	17598,712984			
CV 1 (%)	15,84				
CV 2 (%)	8,90				
Média geral	151,75				
N° de observações	56				

Variável analisada: Acúmulo de cálcio na palhada (kg ha⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	430,458350	430,458350	3,346	0,1648
Bloco	3	1946,063121	648,687707	5,042	0,1084
Erro 1	3	385,996236	128,665412		
Tratamento	6	1060,768318	176,794720	2,620	0,0328
Manejo*tratamento	6	795,230525	132,538421	1,964	0,0969
Erro 2	36	2429,691843	67,491440		
Total corrigido	55	7048,208393			
CV 1 (%)	18,94				
CV 2 (%)	13,72				
Média geral	59,88				
N° de observações	56				

Variável analisada: Acúmulo de magnésio na palhada (kg ha⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	35,904029	35,904029	5,118	0,1087
Bloco	3	38,696136	12,898712	1,839	0,3147
Erro 1	3	21,047343	7,015781		0,0103
Tratamento	6	174,529718	29,088286	3,335	0,3749
Manejo*tratamento	6	58,180446	9,696741	1,112	
Erro 2	36	314,011521	8,722542		
Total corrigido	55	642,369193			
CV 1 (%)	13,52				
CV 2 (%)	15,08				
Média geral	19,58				
N° de observações	56				

Análise de variância da produção de colmos, acúmulo de palhada e pontas na cana de primeira soca**Variável analisada:** Colmos (Mg ha⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	4068,130179	4068,130179	20,89	0,0196
Bloco	3	273,561964	91,187321	0,468	0,7254
Erro 1	3	584,210536	194,736845		
Tratamento	6	17136,860000	2856,143333	8,337	0,0000
Manejo*tratamento	6	503,418571	83,903095	0,245	0,9582
Erro 2	36	12332,690000	342,574722		
Total corrigido	55	34898,871250			
CV 1 (%)	11,19				
CV 2 (%)	14,85				
Média geral	124,66				
N° de observações	56				

Variável analisada: Palhada (Mg ha⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	73,142857	73,142857	2,514	0,2110
Bloco	3	0,509286	0,169762	0,006	0,9994
Erro 1	3	87,290000	29,096667		
Tratamento	6	15,695000	2,615833	1,401	0,2412
Manejo*tratamento	6	86,137143	14,356190	7,687	0,0000
Erro 2	36	67,230714	1,867520		
Total corrigido	55	330,005000			
CV 1 (%)	55,47				
CV 2 (%)	14,05				
Média geral	9,72				
N° de observações	56				

Variável analisada: Pontas (Mg ha⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,182857	0,182857	0,224	0,6682
Bloco	3	4,884286	1,628095	1,996	0,2923
Erro 1	3	2,447143	0,815714		
Tratamento	6	26,481071	4,413512	4,779	0,0011
Manejo*tratamento	6	15,524643	2,587440	2,802	0,0243
Erro 2	36	33,248571	0,923571		
Total corrigido	55	82,768571			
CV 1 (%)	11,03				
CV 2 (%)	11,74				
Média geral	8,18				
N° de observações	56				

Análise de variância dos teores de nutrientes nos colmos, palhada e pontas na cana de primeira soca**Variável analisada: Nitrogênio nos colmos (g kg⁻¹)**

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	1,004464	1,004464	5,649	0,0979
Bloco	3	0,227679	0,075893	0,427	0,7487
Erro 1	3	0,533393	0,177798		
Tratamento	6	2,914643	0,485774	4,099	0,0031
Manejo*tratamento	6	2,401786	0,400298	3,378	0,0096
Erro 2	36	4,266429	0,118512		
Total corrigido	55	11,348393			
CV 1 (%)	16,25				
CV 2 (%)	13,27				
Média geral	2,59				
N° de observações	56				

Variável analisada: Fósforo nos colmos (g kg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,011429	0,011429	0,057	0,8271
Bloco	3	0,641429	0,213810	1,061	0,4810
Erro 1	3	0,604286	0,201429		
Tratamento	6	0,129643	0,021607	1,018	0,4294
Manejo*tratamento	6	0,206071	0,034345	1,618	0,1706
Erro 2	36	0,764286	0,021230		
Total corrigido	55	2,357143			
CV 1 (%)	24,06				
CV 2 (%)	29,56				
Média geral	0,49				
N° de observações	56				

Variável analisada: Potássio nos colmos (g kg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	16,830179	16,830179	0,126	0,7463
Bloco	3	174,666250	58,222083	0,435	0,7439
Erro 1	3	401,263393	133,754464		
Tratamento	6	136,388571	22,731429	2,486	0,0409
Manejo*tratamento	6	47,108571	7,851429	0,859	0,5343
Erro 2	36	329,182857	9,143968		
Total corrigido	55	1105,439821			
CV 1 (%)	91,44				
CV 2 (%)	23,91				
Média geral	12,65				
N° de observações	56				

Variável analisada: Cálcio nos colmos (g kg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,182857	0,182857	1,990	0,2532
Bloco	3	0,352857	0,117619	1,280	0,4221
Erro 1	3	0,275714	0,091905		
Tratamento	6	0,066786	0,011131	0,181	0,9803
Manejo*tratamento	6	0,239643	0,039940	0,649	0,6908
Erro 2	36	2,216429	0,061567		
Total corrigido	55	3,334286			
CV 1 (%)	48,23				
CV 2 (%)	39,47				
Média geral	0,63				
N° de observações	56				

Variável analisada: Magnésio nos colmos (g kg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,045714	0,045714	2,667	0,2010
Bloco	3	0,242143	0,080714	4,708	0,1177
Erro 1	3	0,051429	0,017143		
Tratamento	6	0,312143	0,052024	1,708	0,1473
Manejo*tratamento	6	0,054286	0,009048	0,297	0,9343
Erro 2	36	1,096429	0,030456		
Total corrigido	55	1,802143			
CV 1 (%)	23,06				
CV 2 (%)	30,73				
Média geral	0,57				
N° de observações	56				

Variável analisada: Nitrogênio na palhada (g kg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,117029	0,117029	0,186	0,6954
Bloco	3	0,132036	0,044012	0,070	0,9722
Erro 1	3	1,888214	0,629405		
Tratamento	6	1,570793	0,261799	1,503	0,2051
Manejo*tratamento	6	1,381971	0,230329	1,322	0,2725
Erro 2	36	6,270150	0,174171		
Total corrigido	55	11,360193			
CV 1 (%)	29,82				
CV 2 (%)	15,69				
Média geral	2,66				
N° de observações	56				

Variável analisada: Fósforo na palhada (g kg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,005016	0,005016	0,329	0,6065
Bloco	3	0,005534	0,001845	0,121	0,9419
Erro 1	3	0,045763	0,015254		
Tratamento	6	0,010836	0,001806	0,473	0,8237
Manejo*tratamento	6	0,017821	0,002970	0,778	0,5925
Erro 2	36	0,137429	0,003817		
Total corrigido	55	0,222398			
CV 1 (%)	63,40				
CV 2 (%)	31,71				
Média geral	0,19				
N° de observações	56				

Variável analisada: Potássio na palhada (g kg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	1,333029	1,333029	4,009	0,1390
Bloco	3	0,816421	0,272140	0,818	0,5635
Erro 1	3	0,997629	0,332543		
Tratamento	6	0,651496	0,108583	0,837	0,5492
Manejo*tratamento	6	3,023396	0,503899	3,887	0,0043
Erro 2	36	4,667450	0,129651		
Total corrigido	55	11,489421			
CV 1 (%)	34,67				
CV 2 (%)	21,65				
Média geral	1,66				
N° de observações	56				

Variável analisada: Cálcio na palhada (g kg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,230145	0,230145	0,581	0,5013
Bloco	3	1,863334	0,621111	1,569	0,3602
Erro 1	3	1,187820	0,395940		
Tratamento	6	3,410286	0,568381	1,252	0,3036
Manejo*tratamento	6	3,537393	0,589565	1,299	0,2826
Erro 2	36	16,338721	0,453853		
Total corrigido	55	26,567698			
CV 1 (%)	15,39				
CV 2 (%)	16,47				
Média geral	4,08				
Nº de observações	56				

Variável analisada: Magnésio na palhada (g kg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,035000	0,035000	0,702	0,4637
Bloco	3	0,143614	0,047871	0,960	0,5132
Erro 1	3	0,149671	0,049890		
Tratamento	6	0,210496	0,035083	1,137	0,3612
Manejo*tratamento	6	0,201725	0,033621	1,090	0,3872
Erro 2	36	1,110864	0,030857		
Total corrigido	55	1,851371			
CV 1 (%)	22,66				
CV 2 (%)	17,82				
Média geral	0,98				
Nº de observações	56				

Variável analisada: Nitrogênio nas pontas (g kg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,177188	0,177188	0,094	0,7787
Bloco	3	6,281191	2,093730	1,116	0,4650
Erro 1	3	5,626648	1,875549		
Tratamento	6	15,388346	2,564724	1,137	0,3612
Manejo*tratamento	6	5,530725	0,921787	0,409	0,8684
Erro 2	36	81,210186	2,255838		
Total corrigido	55	114,214284			
CV 1 (%)	17,63				
CV 2 (%)	19,33				
Média geral	7,77				
Nº de observações	56				

Variável analisada: Fósforo nas pontas (g kg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,007779	0,007779	0,428	0,5598
Bloco	3	0,249779	0,083260	4,576	0,1217
Erro 1	3	0,054579	0,018193		
Tratamento	6	0,547021	0,091170	1,911	0,1057
Manejo*tratamento	6	0,206121	0,034354	0,720	0,6360
Erro 2	36	1,717343	0,047704		
Total corrigido	55	2,782621			
CV 1 (%)	10,68				
CV 2 (%)	17,29				
Média geral	1,26				
N° de observações	56				

Variável analisada: Potássio nas pontas (g kg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	12,673029	12,673029	0,875	0,4186
Bloco	3	69,162186	23,054062	1,592	0,3559
Erro 1	3	43,450814	14,483605		
Tratamento	6	116,661643	19,443607	1,320	0,2735
Manejo*tratamento	6	31,181421	5,196904	0,353	0,9035
Erro 2	36	530,241650	14,728935		
Total corrigido	55	803,370743			
CV 1 (%)	18,83				
CV 2 (%)	18,99				
Média geral	20,21				
N° de observações	56				

Variável analisada: Cálcio nas pontas (g kg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,000579	0,000579	0,001	0,9763
Bloco	3	1,851371	0,617124	1,110	0,4670
Erro 1	3	1,668650	0,556217		
Tratamento	6	3,540096	0,590016	3,118	0,0145
Manejo*tratamento	6	1,946546	0,32424	1,714	0,1459
Erro 2	36	6,813129	0,189254		
Total corrigido	55	15,820371			
CV 1 (%)	23,42				
CV 2 (%)	13,66				
Média geral	3,18				
N° de observações	56				

Variável analisada: Magnésio nas pontas (g kg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,056579	0,056579	0,593	0,4973
Bloco	3	0,315093	0,105031	1,101	0,4694
Erro 1	3	0,286236	0,095412		
Tratamento	6	0,742200	0,123700	2,165	0,0694
Manejo*tratamento	6	0,683221	0,113870	1,993	0,0923
Erro 2	36	2,056521	0,057126		
Total corrigido	55	4,139850			
CV 1 (%)	21,56				
CV 2 (%)	16,68				
Média geral	1,43				
N° de observações	56				

Análise de variância do acúmulo de nutrientes nos colmos e palhada de cana de primeira soca**Variável analisada: Acúmulo de nitrogênio nos colmos (kg 100 Mg⁻¹)**

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	710,006429	710,006429	5,622	0,0984
Bloco	3	160,935000	53,645000	0,425	0,7499
Erro 1	3	378,852143	126,284048		
Tratamento	6	2061,604643	343,600774	4,100	0,0031
Manejo*tratamento	6	1697,331071	282,888512	3,375	0,0096
Erro 2	36	3017,152857	83,809802		
Total corrigido	55	8025,882143			
CV 1 (%)	16,28				
CV 2 (%)	13,26				
Média geral	69,01				
N° de observações	56				

Variável analisada: Acúmulo de fósforo nos colmos (kg 100 Mg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	10,457857	10,457857	0,905	0,4116
Bloco	3	2,320714	0,773571	0,067	0,9739
Erro 1	3	34,669286	11,556429		
Tratamento	6	141,706786	23,617798	5,622	0,0003
Manejo*tratamento	6	333,659643	55,609940	13,237	0,0000
Erro 2	36	151,245000	4,201250		
Total corrigido	55	674,059286			
CV 1 (%)	24,90				
CV 2 (%)	15,01				
Média geral	13,65				
N° de observações	56				

Variável analisada: Acúmulo de potássio nos colmos (kg 100 Mg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	25933,321607	25933,321607	4,814	0,1158
Bloco	3	7800,653393	2600,217798	0,483	0,7175
Erro 1	3	16161,360536	5387,120179		
Tratamento	6	111135,642143	18522,607024	6,937	0,0001
Manejo*tratamento	6	52172,917143	8695,486190	3,256	0,0116
Erro 2	36	96128,083571	2670,224544		
Total corrigido	55	309331,978393			
CV 1 (%)	23,22				
CV 2 (%)	16,35				
Média geral	316,03				
N° de observações	56				

Variável analisada: Acúmulo de cálcio nos colmos (kg 100 Mg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	34,886429	34,886429	4,317	0,1293
Bloco	3	9,895000	3,298333	0,408	0,7595
Erro 1	3	24,243571	8,081190		
Tratamento	6	116,044286	19,340714	2,591	0,0344
Manejo*tratamento	6	104,563571	17,427262	2,335	0,0525
Erro 2	36	268,726429	7,464623		
Total corrigido	55	558,359286			
CV 1 (%)	16,62				
CV 2 (%)	15,97				
Média geral	17,10				
N° de observações	56				

Variável analisada: Acúmulo de magnésio nos colmos (kg 100 Mg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	32,711429	32,711429	2,689	0,1996
Bloco	3	171,849286	57,283095	4,708	0,1177
Erro 1	3	36,498571	12,166190		
Tratamento	6	221,511786	36,918631	1,711	0,1467
Manejo*tratamento	6	38,251071	6,375179	0,295	0,9351
Erro 2	36	776,977143	21,582698		
Total corrigido	55	1277,799286			
CV 1 (%)	23,09				
CV 2 (%)	30,76				
Média geral	15,10				
Ne de observações	56				

Variável analisada: Acúmulo de nitrogênio na palhada (kg ha⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	342,045714	342,045714	3,504	0,1580
Bloco	3	35,009286	11,669762	0,120	0,9427
Erro 1	3	292,855714	97,618571		
Tratamento	6	556,401071	92,733512	3,204	0,0127
Manejo*tratamento	6	673,041786	112,173631	3,875	0,0044
Erro 2	36	1042,000000	28,944444		
Total corrigido	55	2941,353571			
CV 1 (%)	21,62				
CV 2 (%)	11,78				
Média geral	45,68				
N° de observações	56				

Variável analisada: Acúmulo de fósforo na palhada (kg ha⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	7,000714	7,000714	2,503	0,2117
Bloco	3	0,367143	0,122381	0,044	0,9857
Erro 1	3	8,389286	2,796429		
Tratamento	6	7,993571	1,332262	1,762	0,1349
Manejo*tratamento	6	6,564286	1,094048	1,447	0,2241
Erro 2	36	27,213571	0,755933		
Total corrigido	55	57,528571			
CV 1 (%)	31,17				
CV 2 (%)	16,21				
Média geral	5,36				
N° de observações	56				

Variável analisada: Acúmulo de potássio na palhada (kg ha⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	1356,345714	1356,345714	4,231	0,1319
Bloco	3	1048,237857	349,412619	1,090	0,4726
Erro 1	3	961,804286	320,601429		
Tratamento	6	1829,874286	304,979048	2,079	0,0801
Manejo*tratamento	6	1531,219286	255,203214	1,740	0,1399
Erro 2	36	5280,197857	146,672163		
Total corrigido	55	12007,679286			
CV 1 (%)	24,21				
CV 2 (%)	16,38				
Média geral	73,94				
Ne de observações	56				

Variável analisada: Acúmulo de cálcio na palhada (kg ha⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	1642,694464	1642,694464	10,014	0,0507
Bloco	3	28,103393	9,367798	0,057	0,9791
Erro 1	3	492,094821	164,031607		
Tratamento	6	6007,301250	108,908333	5,002	0,0008
Manejo*tratamento	6	2407,104286	21,773730	18,425	0,0000
Erro 2	36	783,854286	401,184048		
Total corrigido	55	653,450000			
CV 1 (%)	29,50				
CV 2 (%)	10,75				
Média geral	43,41				
N° de observações	56				

Variável analisada: Acúmulo de magnésio na palhada (kg ha⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	78,968750	78,968750	5,951	0,0925
Bloco	3	18,310536	6,103512	0,460	0,7300
Erro 1	3	39,807679	13,269226		
Tratamento	6	16,469286	2,744881	0,874	0,5238
Manejo*tratamento	6	161,425000	26,904167	8,563	0,0000
Erro 2	36	113,114286	3,142063		
Total corrigido	55	428,095536			
CV 1 (%)	28,49				
CV 2 (%)	13,87				
Média geral	12,78				
N° de observações	56				

Análise de variância da qualidade tecnológica da cana de primeira soca**Variável analisada: Grau brix do caldo (%)**

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,111607	0,111607	0,205	0,6815
Bloco	3	1,234821	0,411607	0,756	0,5882
Erro 1	3	1,633393	0,544464		
Tratamento	6	6,397143	1,066190	2,331	0,0528
Manejo*tratamento	6	4,202143	0,700357	1,531	0,1962
Erro 2	36	16,469286	0,457480		
Total corrigido	55	30,048393			
CV 1 (%)	3,22				
CV 2 (%)	2,95				
Média geral	22,90				
N° de observações	56				

Variável analisada: Pol do caldo (%)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,140000	0,140000	0,160	0,7159
Bloco	3	6,863571	2,287857	2,615	0,2253
Erro 1	3	2,624286	0,874762		
Tratamento	6	6,986786	1,164464	2,373	0,0493
Manejo*tratamento	6	1,797500	0,299583	0,610	0,7203
Erro 2	36	17,667143	0,490754		
Total corrigido	55	36,079286			
CV 1 (%)	4,77				
CV 2 (%)	3,57				
Média geral	19,60				
N° de observações	56				

Variável analisada: Pureza do caldo (%)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	18,171607	18,171607	2,904	0,1869
Bloco	3	90,294821	30,098274	4,811	0,1147
Erro 1	3	18,769107	6,256369		
Tratamento	6	37,847500	6,307917	0,417	0,8629
Manejo*tratamento	6	24,034643	4,005774	0,265	0,9498
Erro 2	36	544,803571	15,133433		
Total corrigido	55	733,921250			
CV 1 (%)	2,91				
CV 2 (%)	4,53				
Média geral	85,81				
N° de observações	56				

Variável analisada: Açúcares redutores totais (ART %)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,621607	0,621607	0,467	0,5436
Bloco	3	9,739107	3,246369	2,437	0,2418
Erro 1	3	3,996250	1,332083		
Tratamento	6	5,402143	0,900357	1,070	0,3984
Manejo*tratamento	6	1,357143	0,226190	0,269	0,9479
Erro 2	36	30,292143	0,841448		
Total corrigido	55	51,408393			
CV 1 (%)	5,55				
CV 2 (%)	4,41				
Média geral	20,78				
N° de observações	56				

Variável analisada: Fibra da cana (%)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	0,021607	0,021607	0,461	0,5457
Bloco	3	0,214821	0,071607	1,529	0,3679
Erro 1	3	0,140536	0,046845		
Tratamento	6	0,888571	0,148095	1,117	0,3718
Manejo*tratamento	6	4,772143	0,067024	0,506	0,7999
Erro 2	36	0,402143	0,132560		
Total corrigido	55	6,439821			
CV 1 (%)	1,99				
CV 2 (%)	3,36				
Média geral	10,85				
N° de observações	56				

Variável analisada: Litros prováveis de álcool Mg⁻¹ de cana-de-açúcar (lpa Mg⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	3,017857	3,017857	0,125	0,7467
Bloco	3	164,263571	54,754524	2,275	0,2586
Erro 1	3	72,215000	24,071667		
Tratamento	6	171,014643	28,502440	2,210	0,0645
Manejo*tratamento	6	42,674643	7,112440	0,551	0,7656
Erro 2	36	464,396429	12,899901		
Total corrigido	55	917,582143			
CV 1 (%)	4,87				
CV 2 (%)	3,75				
Média geral	100,68				
N° de observações	56				

Variável analisada: Litros prováveis de álcool por ha⁻¹ de cana-de-açúcar (lpa ha⁻¹)

Fator de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manejo	1	44107862,504464	44107862,504464	35,13	0,0096
Bloco	3	6909183,370536	2303061,123512	1,834	0,3153
Erro 1	3	3766457,744	1255485,914940		
Tratamento	6	206562319,660000	34427053,276667	10,43	0,0000
Manejo*tratamento	6	5566091,089286	927681,848214	0,281	0,9421
Erro 2	36	118751921,942143	3298664,498393		
Total corrigido	55	385663836,311250			
CV 1 (%)	8,92				
CV 2 (%)	14,46				
Média geral	12.563,56				
N° de observações	56				