

**EFEITOS DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA,  
ASSOCIADA OU NÃO À ADUBAÇÃO  
QUÍMICA, CALAGEM E FOSFATAGEM, NOS  
RENDIMENTOS AGRÍCOLA E DE  
AGUARDENTE TEÓRICA DA CANA-DE-  
AÇÚCAR (*Saccharum spp*)**

**JULIO CESAR GARCIA**

**2005**

**JULIO CESAR GARCIA**

**EFEITOS DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA, ASSOCIADA OU NÃO À  
ADUBAÇÃO QUÍMICA, CALAGEM E FOSFATAGEM, NOS  
RENDIMENTOS AGRÍCOLA E DE AGUARDENTE TEÓRICA DA  
CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp*)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de “Doutor”.

**Orientador**  
**Prof. Dr. Luiz Antônio de Bastos Andrade**

**LAVRAS**  
**MINAS GERAIS – BRASIL**  
**2005**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Garcia, Julio Cesar

Efeitos da adubação orgânica, associada ou não à adubação química, calagem e fosfatagem, nos rendimentos agrícola e de aguardente teórica da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) / Julio Cesar Garcia. -- Lavras : UFLA, 2005.

82 p. : il.

Orientador: Luiz Antônio de Bastos Andrade.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Aguardente. 2. Cana-de-açúcar. 3. Adubação. 4. Calagem.  
5. Fosfatagem. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD - 633.61  
- 663.53

**JULIO CESAR GARCIA**

**EFEITOS DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA, ASSOCIADA OU NÃO À  
ADUBAÇÃO QUÍMICA, CALAGEM E FOSFATAGEM, NOS  
RENDIMENTOS AGRÍCOLA E DE AGUARDENTE TEÓRICA DA  
CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp*)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de “Doutor”.

**APROVADA em 07 de Julho de 2005**

Dr. Gabriel José de Carvalho - UFLA

Dr. Paulo Alexandre Monteiro de Figueiredo - UNESP

Dr. Marcos Guimarães de Andrade Landell - IAC

Dr. Ivan Antônio dos Anjos - IAC



**Prof. Dr. Luiz Antônio de Bastos Andrade**  
UFLA  
(Orientador)

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL**

*A Deus, pela presença constante  
em todos os momentos de nossas vidas.*

### **DEDICO**

*Em especial à minha sobrinha Maiara, por todos os momentos da vida e  
pela felicidade que transmite a todos com sua alegria e simpatia.*

*Aos meus pais, Osvaldo Garcia e Maria Rita Correa Garcia,  
por todos os ensinamentos de vida a mim transmitidos.*

*A Isabel Cristina Ribeiro pelo amor, carinho e  
companheirismo.*

*Aos meus irmãos e irmãs, cunhados e cunhadas,  
pela inestimável ajuda,  
apoio e incentivo.*

### **OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Agricultura pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de estudos.

A Isabel Cristina Ribeiro pelo carinho, amor e companheirismo.

Ao Professor Luiz Antônio de Bastos Andrade pelo incentivo, amizade, apoio e orientação e por acreditar em minha capacidade.

Ao Professor Augusto Ramalho pelo apoio e colaboração na parte estatística do trabalho.

Ao Professor João Batista Donizetti Corrêa (*in memoriam*) pelo apoio e pelo conhecimento a mim transmitido durante o curso de Pós-graduação.

Ao Sr. João Mendez pelo apoio prestado.

Aos funcionários do setor de produção da Cachaça João Mendes pelo apoio durante a condução do experimento de campo.

Aos colegas do curso de Pós-graduação, Marcelo Vichiato, Mívia, Adriano, Antônio Carlos Quintela, Ivan dos Anjos, Rogério, Leonardo Mendes, Paulo Alexandre Figueiredo e Cícero, pelo agradável convívio e amizade.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram na execução deste trabalho.

Aos Meus Pais, Osvaldo Garcia e Maria Rita Corrêa Garcia, pelo amor e pela lição de vida.

Aos Meus irmãos Osvaldo, Rita, Marcelo, Antônio Carlos, Cristina; as sobrinhas Angélica e Karen e sobrinhos Lucas, Gabriel e Guilherme, aos cunhados Euclídes e Sidney e às cunhadas Jane e Cleomar.

Em especial a minha sobrinha Maiara Pereira Garcia, pela alegria que transmite a todos pela sua simpatia, simplicidade, ternura e inteligência.

E a esta força colossal e infinita, **DEUS**, que acima de tudo e de todos olha por nós, permitindo-me alcançar mais este objetivo.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>3</b>
2.1 Efeitos da calagem na cana-de-açúcar. ....	3
2.2 Importância do fósforo e uso do fosfato natural em grandes culturas e na cana-de-açúcar .....	8
2.3 Emprego do esterco de curral como fertilizante orgânico .....	13
2.4 Emprego do esterco de galinha como fertilizante orgânico .....	17
2.5 Emprego do bagaço de cana-de-açúcar como fertilizante orgânico.....	21
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>25</b>
3.1 Características da área experimental.....	25
3.2 Delineamento experimental, tratamentos e parcelas.....	27
3.3 Instalação e condução do experimento. ....	29
3.3.1 Cana-planta .....	29
3.3.2 Cana-soca.....	30
3.4 Características estudadas .....	30
3.4.1 Número de colmos por metro .....	31
3.4.2 Rendimentos médios de colmos por hectare.....	31
3.4.3 Rendimento de caldo por tonelada de cana.....	31
3.4.4 Rendimento de caldo por hectare.....	32
3.4.5 Análises químico – tecnológicas da cana-de-açúcar.....	32
3.4.6 Rendimento teórico de aguardente por tonelada e por hectare .....	32
3.4.7 Análises estatísticas .....	33
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>34</b>
4.1 Número médio de colmos por metro para cana-planta .....	34
4.2 Número médio de colmos por metro para cana-soca.....	36
4.3 Rendimentos de colmos da cana-planta e da cana-soca.....	37
4.4 Teores de fibra da cana-planta e cana-soca.....	41
4.5 Teores de Açúcares Redutores da cana-planta e da cana-soca .....	43
4.6 Teores de açúcar teórico recuperável da cana-planta e cana-soca .....	44
4.7 Teores de pol (%) cana para cana-planta e cana-soca.....	46
4.8 Pureza (%) cana, cana-planta e cana-soca .....	48

4.9 Rendimentos de caldo em litros. $t^{-1}$ . (cana-planta e cana-soca).....	50
4.10 Rendimentos de caldo em litros por hectare da cana-planta e da cana-soca. ....	52
4.11 Rendimento teórico de aguardente em litros . $t^{-1}$ da cana-planta e da cana-soca.....	53
4.12 Rendimento teórico de aguardente em litros por hectare da cana-planta e da cana-soca.....	55
4.13 Rendimento médio de tonelada de pol $ha^{-1}$ para cana-planta e cana-soca...	56
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>59</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>71</b>

## RESUMO

GARCIA, Julio César. **Efeitos da adubação orgânica, associada ou não à adubação química, calagem e fosfatagem, nos rendimentos agrícola e de aguardente teórica da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*)**. 2005. 82 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.<sup>1</sup>

Avaliou-se os efeitos de diferentes adubos orgânicos associados ou não a adubação química, calagem e fosfatagem nos rendimentos agrícola e de aguardente teórica de cana-de-açúcar, cana planta e primeira soca. O experimento foi instalado em área da Cachaça “João Mendes – JM”, em Perdões-MG, em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 9 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos por: Calagem + fosfato reativo + adubação química; Fosfato reativo + adubação química; Calagem + adubação química; Calagem+ fosfato reativo + adubação química + esterco de curral; Calagem+ fosfato reativo + esterco de curral; Calagem+ fosfato reativo + adubação química + esterco de galinha; Calagem+ fosfato reativo + esterco de galinha; Calagem+ fosfato reativo adubação química + bagaço de cana; Calagem+ fosfato reativo + bagaço de cana. O esterco de curral foi aplicado na dose de 30 t. ha<sup>-1</sup>, base úmida, e o esterco de galinha na dose de 3,5 t. ha<sup>-1</sup>, no sulco de plantio para cana planta, e na entrelinha para primeira soca. O bagaço foi aplicado no sulco de plantio na base, de 24 t. ha<sup>-1</sup> para cana planta e esparramado sobre a entrelinha na base de 35 t. ha<sup>-1</sup> para primeira soca. O calcário foi aplicado em área total, antes do plantio, na dose de 2,5 t. ha<sup>-1</sup>, e o fosfato reativo foi aplicado na dose de 400 kg. ha<sup>-1</sup> no sulco de plantio e logo após primeiro corte. A adubação química foi feita na base de 120 kg. ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicados no sulco de plantio e 80 kg. ha<sup>-1</sup> de N e K<sub>2</sub>O após primeiro corte. A variedade de cana utilizada foi a SP 79 1011. De acordo com os resultados obtidos pode-se concluir que: o esterco de curral, aplicado no sulco e reaplicado após o corte, foi a única fonte orgânica capaz de substituir totalmente a adubação química de plantio e da primeira soca; o bagaço de cana, quando usado como fonte orgânica, aplicado no sulco e reaplicado após o corte, deve ser sempre complementado com a adubação química de plantio e da primeira soca; não houve efeito dos adubos orgânicos, aplicados no sulco e reaplicados após o corte, associados ou não com a adubação química nas principais características da cana, tanto para cana planta como para a primeira soca; a calagem e a

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Prof. Dr. Luiz Antônio de Bastos Andrade – UFLA (Orientador).

fosfatagem não tiveram nenhum efeito nos rendimentos de colmos e de aguardente teórica da cana-de-açúcar da cana planta e primeira soca.

## ABSTRACT

GARCIA, Julio Cesar. **Effect of different fertilizers organic, associated or not the chemical manuring, in the yield cane and theoretical of sugar cane brandy of the plant cane and first ratton.** 2005. 82 p. Thesis (Doctorate in crop science) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.<sup>1</sup>

The effects of different organic fertilizers associated or not to the mineral fertilizers was evaluated, in the cane yield and theoretical of sugar-cane brandy, during plant cane cycle and first ratton. An experiment on field was accomplished in area of “Cachaça João Mendes” farm, in Perdões-MG, in Typic Hapludox. The experimental design was of randomized blocks, with nine treatments and four replications. The treatments were constituted for: Limming + phosphate reagent + chemical fertilizer; Phosphate reagent + chemical manuring; limming + chemical manuring; Limming + phosphate reagent + chemical manuring + cattle manure; Limming + phosphate reagent + cattle manure; Limming + phosphate reagent + chemical manuring + chicken manure; Limming + phosphate reagent + chicken manure; Limming + phosphate reagent chemical manuring + cane bagasse; Limming + phosphate reagent + cane bagasse. The cattle manure was applied in the dose of 30 t ha<sup>-1</sup>, humid base, and the chicken manure in the dose of 3,5 t ha<sup>-1</sup>, in the planting furrow for plant cane, and in the interline for first ratton. The cane bagasse was applied in the planting furrow in the base of 24 t ha<sup>-1</sup> and spread on the interline in the base of 35 t ha<sup>-1</sup> for first ratton. The limestone was applied in total area, before the planting, in the dose of 2,5 t ha<sup>-1</sup> and the phosphate reagent was in the dose of 400 kg ha<sup>-1</sup> in the planting furrow and after first cut. The chemical manuring was applied in the base of 120 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O and 120 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in the planting furrow and 80 kg ha<sup>-1</sup> of N and 80 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O after first cut. The variety of cane was SP79-1011. The cattle manure applied in the furrow and reapplied after the cut was the only organic source capable to substitute the chemical fertilization of plant cane and of the first ratton; the cane bagasse, when used as organic source, applied in the furrow and reapplied after the cut, it should always be complemented with the chemical fertilization of planting and of the first ratton; there was not effect of the organic fertilizers, applied in the furrow and reapplied after the cut, associated or not with the chemical fertilization in the rate of AR, ATR, Pol and Purity (%) cane, so much for cane plants as for the first ratton; the limming and the P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> application didn't affected, separately, in

---

<sup>1</sup> Guindance Committee: Luiz Antônio de Bastos Andrade – UFLA (Adviser).

the productivity of cane and theoretical sugarcane brandy of the plant cane and of the first ratoon.

## 1 INTRODUÇÃO

O cultivo da cana-de-açúcar é uma das atividades agrícolas mais importantes para o Brasil, objetivando a produção de açúcar, álcool, cachaça, açúcar mascavo, rapadura, melado, forragem, além de subprodutos, e em alguns casos na co-geração de energia elétrica, decorrente da sobra da queima do bagaço nas caldeiras das usinas.

No setor sucroalcooleiro mundial, o Brasil se destaca como o maior produtor, com uma produção anual aproximada de quatrocentos e vinte milhões de toneladas de cana e uma área colhida de aproximadamente cinco milhões e meio de hectares. O maior produtor nacional é o Estado de São Paulo; o Estado de Minas Gerais ocupa o quarto lugar com uma produção de cerca de vinte milhões de toneladas e área colhida de trezentos mil hectares (Agrianual, 2005).

Em Minas Gerais, além da crescente produção de açúcar mascavo, rapadura e melado, o agronegócio da cachaça, apesar de apresentar altos índices de informalidade, tem desempenhado um importante papel em muitas propriedades rurais, sendo que os oito mil e quinhentos alambiques geram cerca de duzentos e quarenta mil empregos diretos e indiretos (SEBRAE, 2001), o que reflete positivamente na economia do Estado.

Com relação ao setor agropecuário, Minas Gerais se destaca como o maior produtor nacional de leite, com um rebanho de aproximadamente três milhões e meio de cabeças (Anualpec, 2004a); na avicultura, com uma produção de seiscentas mil toneladas de carne de frango de corte, e ainda com um plantel de cinco milhões e meio de poedeiras (ovos brancos e vermelhos) (Anualpec, 2004b). Com isso, gera-se uma grande quantidade de esterco de curral e de galinha, que podem ser utilizados como fonte de adubo orgânico para pequenos produtores de cana-de-açúcar destinada à produção de cachaça artesanal.

Nos alambiques de produção artesanal de cachaça há uma grande sobra de bagaço de cana gerado pelas moendas, que é menos eficiente quando comparado àquele das usinas de açúcar e álcool, que produzem um bagaço mais rico, que pode ser utilizado em adubações orgânicas, além de atuar como bom condicionador do solo.

Num sistema de produção orgânica, como no sistema convencional, é permitido a aplicação de calcário e fosfato natural para correção do solo, fornecimento de cálcio, magnésio e fósforo, respectivamente, complementando as deficiências desses nutrientes em adubações orgânicas à base de esterco de curral e galinha, que possuem baixas concentrações desses elementos em suas composições.

Certamente o produtor que se diferenciar na produção artesanal de cachaça, com a utilização da adubação orgânica de seu canavial, terá maior lucro na venda de seu produto, tanto no mercado interno quanto externo.

Além disso, hoje percebe-se uma grande preocupação dos consumidores em relação à qualidade dos produtos agrícolas, ou seja, os riscos que podem causar à saúde e ao meio ambiente pelo uso descontrolado de agroquímicos e o incorreto destino de resíduos gerados nas atividades agropecuárias.

Dessa forma, o cultivo orgânico vem ampliando a cada dia seu mercado consumidor e o preço pago por esses produtos geralmente é mais elevado, ocasionado principalmente pela pequena oferta e melhor qualidade.

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos da adubação orgânica, associada ou não à adubação química, calagem e fosfatagem, nos rendimentos agrícolas, na qualidade da matéria prima e no rendimento de cachaça da cana-de-açúcar, variedade SP 79-1011, cana-planta e primeira soca.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Efeitos da calagem na cana-de-açúcar.

O cultivo da cana-de-açúcar no Brasil abrange de solos férteis a solos de baixa fertilidade e com elevada acidez.

Os efeitos básicos da calagem em solos ácidos são a correção da acidez pela diminuição de íons hidrogênio, o fornecimento de cálcio e magnésio, a diminuição das concentrações tóxicas de alumínio e manganês, o aumento da disponibilidade de nutrientes, a melhoria nas propriedades físicas e biológicas do solo, as melhores condições de decomposição da matéria orgânica, a liberação de nitrogênio, fósforo, enxofre e boro e melhor o aproveitamento dos adubos (Orlando Filho et al., 1994).

Landell (1989), em seus estudos sobre o comportamento de diversas variedades de cana-de-açúcar submetidas a diferentes concentrações de alumínio em solução nutritiva (0, 15, 30 e 40 ppm), relata que o comprimento total da raiz foi o mais sensível na detecção do efeito nocivo do alumínio sobre as plantas, seguido do peso da matéria seca da raiz e da parte aérea, e que os índices de tolerância, calculados a partir desses três parâmetros, delinearam alguns agrupamentos de variedades que possuem como características comuns a origem genética e/ou geográfica, destacando como mais tolerantes variedades descendentes de *Saccharum officinarum*; entre as mais sensíveis, observou-se genótipos de *Saccharum spontaneum* e *S. barberi*.

Dessa forma, o efeito da calagem no aumento dos rendimentos agrícola e industrial da cana-de-açúcar depende de fatores ligados à planta, ao solo e ao corretivo empregado (Andrade, 1991); e ainda, de acordo com Casagrande (1991), a cana-de-açúcar é uma das plantas mais tolerantes à concentração do

alumínio no solo, porém essa característica é variável em função da genética da variedade utilizada no cultivo.

Além disso, a resposta da cultura da cana-de-açúcar à calagem depende também do clima, pois em determinadas situações, baixas produções são observadas, principalmente por déficit hídrico, o que compromete a avaliação dos efeitos da calagem (Quaggio, 1986).

Um amplo estudo da calibração de cálcio e magnésio para a camada superficial dos solos cultivados com cana-de-açúcar foi desenvolvido por Benedini (1988), concluindo que a cana-de-açúcar foi pouco sensível à acidez do solo, sendo pouco influenciada pelo pH, saturação por bases, saturação por alumínio e teores de alumínio trocável, porém respondendo positivamente ao calcário devido ao aumento nos teores de cálcio e magnésio no solo.

Alguns trabalhos indicam que a calagem favorece mais o aspecto nutricional, como no fornecimento de cálcio, do que a correção de solo para cana-de-açúcar, com resultados contrastantes em muitos deles, como poderemos observar.

Entretanto, nos estudos realizados por Marinho & Albuquerque (1982) em Alagoas, avaliando mais de vinte experimentos de campo com a aplicação de calcário dolomítico em cana-de-açúcar, demonstraram que, na maioria deles, houve resposta positiva à aplicação de calcário em área total incorporado ao solo, no sulco de plantio e ainda aplicado em cobertura.

Em contrapartida, Rosseto et al. (2004) relatam que os acréscimos na produtividade da cana-de-açúcar em resposta à calagem são esporádicos. Quando esses ocorrem, são obtidos em condições de severa acidez, na presença de alumínio em níveis tóxicos, e principalmente na ausência de teores adequados de cálcio e magnésio no solo. Grande variabilidade na resposta da produtividade da cana à calagem ocorre em condições de fertilidade de solo mais restritivas,

indicando forte adaptação das variedades às condições de acidez do solo. Dessa forma, os mesmos autores, estudando a calagem para a cana-de-açúcar e sua interação com a adubação potássica na produtividade de cana, instalaram seis experimentos em algumas regiões do Estado de São Paulo, concluindo que houve resposta da calagem na produtividade da cana apenas em duas situações, quando os solos apresentaram baixa fertilidade e acidez elevada, caracterizada por pH menor que 4,4 e teores de  $\text{Ca}^{+2}$  próximos a  $6 \text{ mmol}_c \cdot \text{dm}^3$ . O aumento de produtividade devido à calagem, nessas condições, manteve-se entre 8 a  $13 \text{ t ha}^{-1}$ .

Ao estudarem o efeito da calagem e tolerância à acidez em cem variedades de cana-de-açúcar, cultivada em Latossolo Vermelho escuro sob vegetação de cerrado, Viana et al. (1983) observaram que, na média geral, a calagem proporcionou aumentos na produção de cana e de açúcar de 11,3% e 10,5%, respectivamente, entretanto, algumas variedades tiveram seus rendimentos agrícolas reduzidos quando o calcário foi utilizado.

Zotarelli (1992), ao avaliar calagem e gessagem em Areia Quartzosa cultivada com cana-de-açúcar, concluiu que a aplicação do calcário aumentou a brotação do canavial, porém o maior número de perfilhos estabilizados foi decorrente da aplicação do gesso.

Os efeitos de doses crescentes de calcário e gesso, associados ou isolados, na produtividade de quatro cortes de cana-de-açúcar e nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho Escuro álico, textura média, foi o objetivo dos estudos desenvolvidos por Morelli et al. (1992), constatando que houve aumento da produção de colmos e observando efeitos positivos, tanto para o uso isolado do calcário como de sua combinação com o gesso. No caso específico do calcário e para os quatro cortes avaliados, a melhor resposta esteve sempre na faixa de  $3,2 \text{ t ha}^{-1}$  de calcário.

No entanto, Azeredo et al. (1996), em seus estudos sobre efeitos de doses de calcário, gesso, calcário + gesso e das interações calcário vs fósforo e calcário vs potássio na produção da cana-de-açúcar, concluíram que não houve benefícios do uso do calcário, do gesso e da mistura de ambos na produtividade da cana.

O desempenho vegetativo e produtivo de três variedades de cana-de-açúcar submetidas a doses de calcário e de gesso, isolados ou em combinação, foi o objetivo dos estudos desenvolvidos por Hermann (1997), concluindo que a aplicação de diferentes doses de calcário, 0, 2, 4 e 6 t. ha<sup>-1</sup> não influenciou o número final de colmos nem a produtividade da cana-de-açúcar .

Andrade et al. (2002), ao estudarem o comportamento de duas variedades de cana-de-açúcar sob condições de casa de vegetação para avaliação preliminar de métodos de recomendação utilizados em Minas Gerais e doses de calcário, concluíram que não houve efeito do método e doses de calcário na brotação, perfilhamento e produção de matéria seca da parte aérea das variedades estudadas.

Estudando a recuperação de soqueiras de cana-de-açúcar com o uso do calcário e gesso em solos arenosos do sul do estado da Paraíba, em uma área pós segundo corte da variedade NA 56-79, cultivada em Latossolo Vermelho amarelo, de textura média, onde não havia sido aplicado calcário por ocasião do plantio do canavial, Albino & Miller (2002) concluíram que o uso de 2 t ha<sup>-1</sup> de calcário sobre a soqueira apresentou uma melhor viabilidade técnica, estabelecendo no solo níveis de cálcio e magnésio suficientes para favorecer a produtividade da cana, e ainda que, quando utilizado o gesso, a média ficou acima da testemunha, que se caracterizou pela não aplicação desses corretivos, porém ficando abaixo daquelas obtidas quando se utilizou o calcário isolado ou quando o gesso foi misturado ao calcário.

Quanto à influência da aplicação do calcário nas características tecnológicas da cana-de-açúcar, sabe-se que o calcário modifica favoravelmente as propriedades químicas do solo. Por sua vez, o equilíbrio ou desequilíbrio nutricional existente entre os cátions cálcio, magnésio e potássio poderá acarretar um acúmulo ou diminuição de sacarose, como consequência do aumento de fibras e açúcares redutores (Barrows & Drosdoff, 1958).

Dessa forma, Orlando Filho et al. (1990), ao estudarem fontes de calcário aplicadas em área total e no sulco de plantio em cana-de-açúcar, observaram que os diferentes tipos de calcário, aplicados em área total ou no sulco, não interferiram no pol% da cana-planta.

Resultados semelhantes foram alcançados por Rolim (1995) ao estudar a influência de corretivos da acidez e do gesso agrícola em propriedades químicas do solo, na nutrição e produtividade da cana-de-açúcar. Com diferentes proporções de calcário + gesso e magnesita, e ainda dois tipos de calcário isoladamente (calcítico e magnesiano), concluiu-se que não houve influência dos corretivos e do gesso agrícola na qualidade da matéria prima, expressa em termos de Pol%, Fibra% e Pureza% cana, nos três cortes estudados (cana-planta, primeira e segunda socas).

Também a aplicação de calcário dolomítico no sulco de plantio de cana-de-açúcar, variedade SP 70-1143, até a dose de 1500 kg. ha<sup>-1</sup>, em um Latossolo Vermelho amarelo, não alterou o pol% cana, tanto na cana-planta como na cana-soca, de acordo com Penatti et al. (1987). Da mesma forma, Sobral et al. (1993), estudando a aplicação de calcário combinado ou não ao gesso, não encontraram diferenças significativas entre os tratamentos para pol% cana, seja para calcário ou gesso isolados ou em combinações de diferentes doses, sendo sempre os resultados semelhantes à testemunha.

Ao estudar a aplicação de calcário em duas profundidades e seus efeitos no solo e na cultura da cana-de-açúcar, Vargas (1989) verificou que o calcário dolomítico incorporado com grade a 20 cm e arado a 40 cm, influenciou positivamente a produtividade e as características tecnológicas da cana-de-açúcar, tais como o Pol% e Pureza% cana, reduzindo as porcentagens de fibra e açúcares redutores.

Verificando o efeito do calcário e do gesso em algumas características químicas de um Latossolo Vermelho distrófico típico álico e na cultura da cana-de-açúcar, variedade SP 70-1143, em região de cerrado, Martins (2000) concluiu que houve incremento na produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ) da cana-de-açúcar, devido ao aumento das doses de calcário isoladamente e em combinação com doses de gesso nos três cortes avaliados; a soma dos três cortes mostrou resposta altamente significativa para o calcário e para o gesso, com crescimento linear de rendimento de colmos  $ha^{-1}$ , TPH, ATR  $ha^{-1}$ ; e que as doses de calcário, isoladamente ou associadas ao gesso, afetaram significativamente os teores de Fibra% e Pureza% cana no segundo e terceiro cortes.

## **2.2 Importância do fósforo e uso do fosfato natural em grandes culturas e na cana-de-açúcar**

O fósforo é um nutriente essencial para as plantas, desempenhando funções estruturais, como armazenamento e fornecimento de energia, e participando ativamente nas funções fotossintéticas. Na cana-de-açúcar o fósforo assume grande importância no enraizamento e no perfilhamento (Malavolta et al., 1967) e, portanto, na produtividade final. A deficiência de fósforo afeta a formação de folhas e o engrossamento do colmo e diminui a quantidade de clorofila nas folhas e, conseqüentemente, na fotossíntese, sendo esse efeito mais acentuado do que os de falta de nitrogênio e potássio (Esteves, 1986).

Estudando as relações entre os teores de fósforo no solo e sua influência sobre a produtividade de colmos de cana-de-açúcar, constatou-se que níveis elevados do nutriente no solo podem garantir altas produtividades de colmos e açúcar (Matin et al., 1997, citado por Oliveira, 1999).

Para Alvarez et al. (1963) o fósforo na cana-de-açúcar, além de contribuir para a formação de um sistema radicular vigoroso, beneficia expressivamente a brotação inicial e o perfilhamento. Em relação às características tecnológicas, Orlando Filho et al. (1990) constataram aumentos nos teores de sacarose em função das doses de fósforo utilizadas. Sobral et al. (1989) afirmam que em solos muito pobres em fósforo, os valores de sacarose podem ser inferiores às plantas bem nutridas com o referido elemento. Matin et al. (1997) citados por Oliveira (1999), não confirmam esta hipótese, pois em solos com altos teores de fósforo não verificaram correlação entre os teores do elemento contido no solo e a qualidade tecnológica da cana.

O efeito da adubação fosfatada sobre o crescimento da cana-de-açúcar foi o objetivo dos estudos desenvolvidos por Medina et al. (1991) em Cuba e Korndorfer & Alcarde (1992a) no Brasil, constatando que este elemento proporcionou aumentos no perfilhamento, culminando com maior produtividade de colmos.

Um aspecto importante e freqüentemente estudado é o comportamento das diferentes fontes fosfatadas, solúveis ou não, sobre a produtividade da cana-de-açúcar e de outras culturas.

As fontes de fósforo podem ser divididas basicamente em solúveis e insolúveis. As primeiras, quando adicionadas ao solo, aumentam rapidamente a concentração de fósforo na solução do solo. Os fosfatos solúveis têm sua eficiência diminuída ao longo do tempo devido ao processo de adsorção ou fixação desse elemento pelo solo. Já os fosfatos naturais, que são insolúveis em

água, se dissolvem lentamente na solução do solo e tendem a aumentar a disponibilidade de P para as plantas com o passar do tempo (Korndorfer et al., 1999). Segundo estes mesmos autores, os fosfatos naturais em geral apresentam menor eficiência que os fosfatos solúveis (industrializados) a curto prazo, porém a longo prazo seu efeito residual é geralmente maior.

Sendo assim, o comportamento dos fosfatos naturais depende primeiramente da solubilização, a qual é favorecida pelo contato com o solo e pela presença de  $H^+$ . A partir disso, passa a ter o mesmo comportamento que os fosfatos solúveis, porém com menor intensidade nas reações de precipitações, em razão das concentrações de fósforo nas microrregiões ao redor das partículas de fosfato. O pH do solo, especialmente das microrregiões ao redor dos grânulos de fertilizantes, é, portanto, um dos parâmetros de solo com grande influência na disponibilidade de P aos vegetais por influenciar a solubilidade dos fosfatos naturais e a magnitude das reações de adsorção e precipitação do fósforo adicionado ao solo, principalmente na forma de fosfatos solúveis (He et al., 1996, citado por Ernani et al., 2001).

Com isso, Coutinho et al. (1991), ao estudarem a eficiência agronômica de fertilizantes fosfatados para a cultura da soja, em um Latossolo Vermelho escuro, textura média, nas doses de 100 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, puderam verificar que a eficiência das fontes de fósforo obedeceram à seguinte ordem decrescente: superfosfato triplo, termofosfato magnésiano, fosfato de Gafsa granulado e o fosfato de Patos de Minas. Salienta-se que a eficiência do fosfato de Gafsa granulado melhorou acentuadamente ao se considerar seu efeito residual no segundo ano.

Em ensaio instalado num Latossolo Vermelho Amarelo, textura média, em Uberlândia, MG, avaliou-se a eficiência agronômica de fosfatos naturais reativos na cultura do milho comparados com o superfosfato triplo, cujos

tratamentos foram o fosfato Arad e Gafsa nas doses de 100 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e fosfato de Marrocos e superfosfato triplo nas dosagens de 0, 50, 200 e 400 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Os autores puderam concluir que os equivalentes em superfosfato triplo dos fosfatos naturais estrangeiros foram de 60, 80 e 97%, respectivamente para os fosfatos Arad, Marrocos e Gafsa, na capacidade de fornecer fósforo para o milho (Korndorfer et al., 1999).

Estudando o comportamento de fosfatos naturais na avaliação de produção de massa seca em plantios de milho em vasos com solo Podzólico Vermelho Amarelo, em casa de vegetação, utilizando quatro fosfatos naturais (Alvorada, Catalão, Patos e Arad) em três doses (100, 150 e 200 mg kg<sup>-1</sup>), Camargo & Silveira (1998) ressaltam que o fosfato Alvorada proporcionou a maior produção de massa seca inicial, superando os demais fosfatos naturais, inclusive o Superfosfato Triplo, e não diferindo do fosfato Arad no segundo plantio.

Realizou-se um estudo em condições de campo, em Pirassununga – SP, com o objetivo de avaliar o efeito da adubação fosfatada sobre a acumulação e o teor foliar de P em cana-planta e cana-soca, utilizando a variedade SP 71-1406. As doses de fósforo empregadas no plantio foram de 0, 50 e 100 kg ha<sup>-1</sup> e as fontes foram superfosfato simples, triplo, ácido fosfórico e mistura ácido fosfórico mais fosfato natural. Para as diferentes fontes de fósforo empregadas, a concentração do elemento nas folhas +3 da cana-planta, coletada aos 3,5 meses após plantio, não diferiu estatisticamente, e a adubação fosfatada na cana-soca aumentou os teores de P nas folhas, independentemente das fontes de fósforo aplicadas (Korndorfer & Alcarde, 1992b).

Avaliando diferentes fontes fosfatadas, naturais e artificiais, César et al. (1989) concluíram não existirem diferenças entre fontes na produtividade da cultura da cana-de-açúcar.

Com o objetivo de avaliar a eficiência do fosfato natural de Gafsa farelado na recuperação de pastagem de braquiária decumbens, em um Latossolo Vermelho escuro, textura argilosa, no Distrito Federal, e ainda verificar efeitos de interações entre fontes de fósforo (fosfato natural reativo de Gafsa e superfosfato triplo) e incorporação destes com grade e adubação complementar N, Ca, Mg, K e S mais micronutrientes, Soares et al. (2000) ressaltaram que o desempenho do fosfato natural de Gafsa farelado foi igual ao superfosfato triplo com incorporação, e sem a incorporação o fosfato natural foi inferior ao superfosfato triplo.

Estudando a adubação fosfatada em cana-de-açúcar, utilizando hiperfosfato natural reativo “Gafsa” oriundo da Tunísia, norte da África, superfosfato simples e MAP, isolados ou em associações, Figueiredo Filho (2002) obteve resultados semelhantes para TCH, independentemente das fontes utilizadas, tanto na Usina Trapiche, em Pernambuco, como na Usina Serra Grande, em Alagoas.

Para estudar a influência do fosfato natural reativo proveniente de Djebel-Onk, Argélia Rossetto et al. (2002) instalaram dois experimentos na região de Piracicaba – SP, sendo o primeiro instalado em solo Areia Quartzosa e o segundo, em um Latossolo Vermelho escuro. Além dos tratamentos com fosfato natural, foram adicionados tratamentos com superfosfato triplo e um tratamento testemunha, sem fósforo, com aplicação em área total e /ou em sulco. Os pesquisadores puderam concluir que o fosfato natural reativo de Djebel-Onk, apesar de ser inferior ao superfosfato triplo, mostrou-se efetivo em fornecer fósforo e aumentar a produtividade da cana-de-açúcar quando comparado com a testemunha não adubada, não se observando diferenças na produtividade quanto aos métodos de aplicação do fosfato natural reativo, a lanço ou no sulco de plantio.

Na avaliação de misturas em diferentes proporções de fosfato reativo natural e fosfato solúvel em água para a cana-de-açúcar, constituídas por P na forma de fosfato solúvel (superfosfato triplo), com dosagens de 0, 30, 60 e 120 kg/ ha de  $P_2O_5$  e misturas deste com fosfato natural reativo Daoui, na dosagem de 60 e 120 kg / ha de  $P_2O_5$ , sendo as proporções de fosfato natural reativo na mistura na ordem de 0, 25, 50, 75 e 100%, Cantarella et al. (2002) concluíram que não houve efeito da mistura de fosfato reativo Daoui e de fosfato solúvel em água, nas diferentes proporções, na produção de colmos ou de açúcar, e que o fosfato reativo natural Daoui foi uma fonte eficiente para o fornecimento de P para a cultura da cana-de-açúcar.

É interessante ressaltar que o uso de fosfato natural é permitido na produção da cana orgânica.

### **2.3 Emprego do esterco de curral como fertilizante orgânico**

O esterco animal possui valor como corretivo do solo e como nutriente para as plantas. Entretanto, é irreal acreditar que seu valor ultrapasse os níveis equivalentes de fertilizantes sintéticos. Seu valor como adubo depende de sua disponibilidade e de seu preço (Wilkinson, 1979 citado por Arevalo, 1986).

Dessa forma, Kiehl (1985) relata que a CTC da matéria orgânica tem sua origem nas cargas negativas oriundas dos grupos carboxílicos e fenólicos, que apresentam um átomo de hidrogênio dissociável ligado ao oxigênio, liberando cargas negativas que podem ser ocupadas por outros cátions, como cálcio, magnésio e potássio. O grau de dissociação depende do pH do meio.

Outra propriedade influenciada pela adição de matéria orgânica ao solo é o índice pH. Sabe-se que a matéria orgânica decomposta em condições aeróbias tem reação alcalina, pelos humatos alcalinos que se formam, concorrendo para

e elevar o pH; entretanto, as diferentes fontes de carbono, quando adicionadas separadamente ao solo, alteram significativamente o pH inicial do mesmo, observando-se, com o passar do tempo, variações de pH devido à ação de microorganismos na decomposição desses materiais (Eira & Carvalho, 1970).

Com isso, Ernani & Gianello (1983), verificando a diminuição do alumínio trocável do solo pela incorporação de esterco de bovino e cama de aviário, verificaram decréscimo nos teores de alumínio trocável do solo pela incorporação desses resíduos, fato que pode contribuir para uma elevação na produtividade das culturas.

No Brasil, são raros os trabalhos que associam a utilização de esterco bovino na adubação orgânica de cana. A maioria dos trabalhos está relacionada ao uso desse resíduo em hortaliças e como componente de substratos para mudas de hortícolas em geral. No entanto, torna-se interessante verificar seus efeitos em algumas culturas a fim de associar seus efeitos como condicionador e fonte de matéria orgânica para o solo.

Ao estudar os efeitos de doses de nitrato de potássio e esterco de curral na composição do substrato para formação de mudas de cafeeiro, Santos (1993) pode concluir que o maior desenvolvimento das mudas ocorreu quando foram utilizados aproximadamente 200 litros de esterco de curral associado a 11550 gramas de nitrato de potássio por m<sup>3</sup> de substrato. Nota-se, portanto, neste trabalho, os benefícios que a associação dos métodos de adubação proporcionou para o desenvolvimento da cultura.

Avaliando os efeitos do esterco bovino em combinação com adubo fosfatado na disponibilidade de fósforo para as plantas, concluiu-se que a aplicação localizada do adubo fosfatado, misturado com o esterco, favoreceu o aproveitamento de fósforo pelas plantas de milho e azevém. O experimento foi conduzido em vasos de 4 kg e a dose de esterco utilizado foi de 10% em volume

do solo, associado com duas doses e duas fontes de fósforo (Scherer & Werner, 1994).

Estudando os efeitos do esterco de búfalo na acidez de três solos da zona da mata de Pernambuco, Argissolo, Latossolo Amarelo álico e Latossolo Vermelho amarelo distrófico, nas doses de 0, 10, 20 e 40 t ha<sup>-1</sup>, Medeiros et al. (1994) verificaram redução no alumínio trocável e na acidez ativa, sendo o efeito da aplicação desse resíduo mais significativo em solos menos argilosos.

Freitas & Stanford (1994), estudando diversos fertilizantes orgânicos na fixação biológica do N<sub>2</sub> e desenvolvimento do milho inoculado com *Azospirillum sp*, verificaram que os fertilizantes orgânicos influenciaram o desenvolvimento do milho de forma diferenciada, sendo os melhores tratamentos aqueles que receberam o esterco de bovino e borra de vinhaça.

Os efeitos de alguns componentes de manejo do solo, como a adubação e a calagem, foram objetivo dos estudos de Brancher et al. (1998) ao conduzirem um ensaio em casa de vegetação com amostras de dois horizontes, A e C, de um solo gley pouco húmico coletado no vale do Rio São João, RJ. Foram avaliados os efeitos da adição de estrume bovino, palha de arroz, N, P, K e calagem mais as interações entre os tratamentos sobre o rendimento de arroz irrigado. Os autores concluíram que a adubação mineral aumentou o peso da matéria seca da palhada e das raízes e o rendimento de grãos em ambos os horizontes, e ainda que o esterco de gado aumentou os valores destes parâmetros apenas no horizonte A do solo em questão.

A maioria dos trabalhos desenvolvidos quanto à utilização de esterco bovino e seus efeitos na cana-de-açúcar foram realizados na Índia. Embora as características edafo-climáticas daquele país sejam diferentes das condições brasileiras, torna-se interessante verificar alguns resultados obtidos com o emprego deste resíduo na cultura da cana.

Dessa forma, Dhillon et al. (1993) ao estudarem os efeitos do esterco de curral nas doses de 0 e 20 t ha<sup>-1</sup> e da adubação mineral com N, P e K nas doses de 0, 100, 150, 200 kg de N; 0, 30, 60kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; e 0, 30, 60 kg de K<sub>2</sub>O, verificaram altos rendimentos com a aplicação do esterco, porém estes foram maiores com a aplicação de 150 kg de N e 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> aplicados isoladamente. A aplicação de K<sub>2</sub>O na forma mineral não alterou os rendimentos.

Nema et al. (1995) avaliaram a resposta da cana-de-açúcar ao nitrogênio orgânico ou mineral em Madhya Pradesh, Índia, utilizando a variedade CO 6304 e doses de 0 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio na forma mineral ou 0 e 4 t ha<sup>-1</sup> de torta de filtro ou esterco de curral. Os autores observaram que a associação do adubo orgânico com fontes de nitrogênio mineral aumentaram o rendimento de cana, porém a torta de filtro foi superior ao esterco de curral. Verificaram, ainda, uma diminuição no teor de sacarose quando o nitrogênio foi aplicado somente na forma mineral.

Em ensaios de campo com biofertilizantes e adubos orgânicos em cana-de-açúcar var. Co 7527, na Índia, Snehal et al. (1998) verificaram aumentos de até 11.1 t ha<sup>-1</sup> com a aplicação de 25 t ha<sup>-1</sup> de esterco de curral.

Ao estudarem a substituição do nitrogênio mineral por adubos orgânicos em cana-de-açúcar variedade Co 671 em Bidar Kamataka, na Índia, utilizando uréia, torta de filtro e esterco de curral, isolados ou em associação, Rao & Veeranna (1998) concluíram que ao se combinarem doses de esterco de curral com adubo mineral, obtiveram-se maiores rendimentos de cana; porém, ao se aplicar somente esterco de curral, os autores observaram queda significativa na produtividade da cana.

Trabalhando com adubação integrada de adubos orgânicos e minerais, avaliando o crescimento e desenvolvimento de cana de açúcar, variedade Co – 8014, em solos de Maharashtra, Índia, verificou-se que a mistura de 75 % de N

como adubo mineral mais 25 % de N como adubo de curral contribuiu para aumentar o rendimento de cana, podendo, dessa forma, reduzir a adubação mineral (Jadhav et al., 2001).

Singh et al. (2001), conduzindo um experimento de campo em solo arenoso, na Índia, para avaliar o efeito da aplicação de nitrogênio isolado ou em combinação com adubos orgânicos no rendimento de cana-de-açúcar, observaram que o uso combinado de nitrogênio na dose de 150 kg N ha<sup>-1</sup>, com esterco de curral na dose de 20 t. ha<sup>-1</sup> ou torta de filtro, 20 t. ha<sup>-1</sup>, promoveu aumentos significativos nos rendimento da cana-planta e da cana-soca.

Vijav et al. (2001), ao estudarem o efeito isolado ou combinado de adubos minerais e orgânicos concluíram que a aplicação de fertilizantes inorgânicos combinados com orgânico aumentou significativamente o rendimento de cana, a altura dos colmos e o pol% cana.

Ao avaliarem os efeitos da adubação orgânica e mineral, isoladas ou combinadas, na fertilidade do solo e no rendimento de cana-de-açúcar em Lucknow, Uttar Pradesh, na Índia, Singh & Singh (2002) concluíram que a associação de esterco de curral ou torta de filtro com adubação mineral resultou em aumento significativo no rendimento de colmos para a cana-planta, com efeito residual para a cana-soca.

Nos lugares em que existe disponibilidade do esterco de curral, como é o caso da região sul de Minas Gerais, que se caracteriza por uma importante bacia leiteira, mais trabalhos são necessários a respeito do seu uso como adubo.

#### **2.4 Emprego do esterco de galinha como fertilizante orgânico**

São raros os trabalhos que mostram a utilização de esterco de galinha na fertilização da cana-de-açúcar. A maioria dos trabalhos associa seus efeitos nas

propriedades físicas e químicas do solo e na adubação de outras culturas, principalmente milho. No entanto, torna-se interessante conhecer os efeitos da aplicação desse resíduo no solo e seus efeitos em algumas culturas.

Dessa forma, Ernani & Gianello (1983), estudando a diminuição de alumínio trocável do solo pela incorporação de esterco bovino e cama de frango, observaram que aumentos nas das doses dos adubos orgânicos incorporados ocasionaram decréscimos lineares dos teores de alumínio trocável do solo. Os mesmos autores verificaram ainda que a cama de frango e o esterco bovino, em doses iguais, não diferiram na capacidade de diminuir o  $Al^{+3}$ , porém ambos se mostraram inferiores ao calcário.

Resultados semelhantes já haviam sido observados por Ernani (1981), no Rio Grande do Sul, em solos com elevado poder tampão, quando o alumínio trocável diminuiu após a incorporação de esterco de galinha ou bovino.

Estudando as transformações físico-químicas em solos que receberam cama de frango, Warren & Fonteno, citados por Santos (1993), verificaram que a capacidade de troca de cátions e a disponibilidade de P, K, Ca e Mg aumentaram linearmente com o aumento das doses de cama aplicadas, além de ocorrerem melhorias relacionadas à porosidade total e à disponibilidade de água no solo.

Entretanto, segundo Epstein (1975) a taxa de infiltração de água pode diminuir nos períodos imediatamente após a aplicação de altas doses de esterco, especialmente o de aves, em razão do diminuto tamanho de partículas de alta densidade e do baixo teor de fibras desse resíduo em relação a outros esterços.

A incorporação de esterco de animais ou outros materiais orgânicos, assim como as práticas de preparo do solo em condições adequadas de umidade, podem promover efeitos benéficos nas características físicas do solo, tais como

aumento de microporosidade e retenção de água em solos arenosos (Hafez, 1974).

Neste sentido, Andreola et al. (2000), estudando a influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica (esterco de frango) e orgânica / mineral (uréia e cloreto de potássio) sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada, verificaram que na camada de 0 -10 cm, o adubo orgânico aumentou os macroporos e diminuiu a densidade do solo, enquanto a adubação orgânica/ mineral reduziu os macroporos e aumentou os microporos e a densidade do solo. As demais características físicas não foram alteradas pela prática da adubação.

Em relação ao emprego de esterco de galinha como adubo orgânico em algumas culturas, Holanda et al. (1982) estudaram o efeito da aplicação de cama de poedeiras, da adubação mineral + calagem e da combinação entre tratamentos (cama de poedeiras + adubação mineral + calagem) sobre o rendimento de várias culturas como a aveia, alfafa, milho, milheto, alho, tremoço e feijão. Para todas as culturas, exceto o alho e alfafa, a cama de poedeiras proporcionou os mesmos resultados para rendimentos quando comparado com a adubação mineral + calagem, isolado ou em combinação com o adubo orgânico. O adequado suprimento de nutrientes às culturas foi alcançado pela aplicação de esterco na dose de 12 t ha<sup>-1</sup>, base seca.

Para avaliar a eficiência agronômica e o efeito residual do esterco de bovinos e camas de aviário, associados ou não com a adubação mineral, Ernani & Gianello (1982) conduziram ensaio de campo num solo Litólico Distrofíco. Como plantas indicadoras utilizaram a aveia forrageira e, posteriormente, o milho. A produção de matéria seca pela aveia revelou que a aplicação de 12 t ha<sup>-1</sup> de cama de frango de corte teve o mesmo efeito que a adubação mineral com N, P, K + calagem. A cama de galinha produziu tanto quanto o esterco de

bovino, porém menos que a cama de frango de corte; entretanto, quando associada com a adubação mineral, a cama de galinha produziu tanto quanto a cama de frango de corte.

No experimento com o milho, as aplicações de esterco de bovino, cama de frango e cama de galinha, na quantidade de  $12 \text{ t ha}^{-1}$ , conferiram semelhantes produções de grãos. A maior produtividade de milho foi obtida pela associação de  $12 \text{ t ha}^{-1}$  de cama de galinha com adubação mineral (50, 40 e  $10 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente de N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\text{K}_2\text{O}$ ) mais  $3,5 \text{ t. ha}^{-1}$  de calcário. Como conclusão geral, os autores relatam que os adubos orgânicos mostraram-se eficientes no aumento de rendimento da aveia, o mesmo não ocorrendo com o milho; a associação adubo orgânico + mineral foi a que proporcionou os maiores rendimentos.

Estudando o comportamento de diversos resíduos orgânicos como fonte de nitrogênio em comparação com fertilizantes inorgânicos, usando como planta indicadora o capim braquiária, Bataglia et al. (1983) conduziram um experimento em vasos de 3 litros utilizando a camada superficial de um Podzólico Vermelho Amarelo e os seguintes adubos: nitrato de amônio, vinhaça seca, torta de filtro, lodo de esgoto aguapé moído, torta de mamona e esterco de galinha. Os autores concluíram que a maior produtividade de matéria seca ocorreu quando se aplicou o nitrato de amônio parcelado em cinco frações. Os resíduos orgânicos que proporcionaram maior desenvolvimento das plantas foram a torta de mamona + esterco de galinha, enquanto os menos eficientes foram a vinhaça seca e a torta de mamona.

Estudando a aplicação de esterco de suíno, cama de frangos e adubos minerais na cultura do milho em um Cambissolo, Ernani (1984) verificou que a maior produção foi obtida com os tratamentos que receberam os adubos orgânicos, quando comparados aos minerais, e que os tratamentos com cama de

aves, cujo rendimento parou de aumentar nas aplicações superiores a 5 t ha<sup>-1</sup>, foram mais eficientes que o esterco de suíno.

Arévalo (1986), sob condições de casa de vegetação, avaliou o comportamento de adubos orgânicos naturais na forma de esterco de cavalo e de esterco de galinha com uréia como fonte de nitrogênio em dois modos de aplicação, superficialmente ou incorporado, e do hidróxido de cálcio como corretivo do solo (Areia Quartzosa), utilizando como planta teste o capim colonião. Utilizou-se as doses de 5 a 20 t ha<sup>-1</sup> dos esterco de cavalo, bovino, suíno e galinha e 80, 100 e 75 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O. O autor constatou que os tratamentos com esterco de suíno e de galinha proporcionaram rendimentos mais altos de matéria seca da parte aérea em dois cortes, havendo também maior acúmulo de N nas plantas que receberam esses tratamentos.

Em regiões onde há disponibilidade de esterco de galinha, como é o caso da região sul de Minas Gerais, novos trabalhos envolvendo o uso deste resíduo são necessários.

## **2.5 Emprego do bagaço de cana-de-açúcar como fertilizante orgânico**

Nas usinas de açúcar e destilarias de álcool, bem como nos alambiques, existem materiais orgânicos residuais que podem ser utilizados como condicionadores orgânicos do solo.

O processamento de uma tonelada de cana-de-açúcar gera aproximadamente 230 - 250 Kg de bagaço nas usinas de açúcar e destilarias. Entretanto, em alambiques de produção artesanal de cachaça, a quantidade de bagaço gerada do processamento da cachaça é maior quando comparada à das usinas e destilarias devido às moendas, que geralmente são mais simples, extraindo um menor volume de caldo. Essa menor extração implica numa maior

sobra desse subproduto, e, além disso, gera um bagaço mais rico em nutrientes por permanecer mais caldo no bagaço, o qual pode ser utilizado como fonte de matéria orgânica e condicionador do solo.

O bagaço de cana-de-açúcar possui cerca de 0,2% de fósforo, 0,1% de potássio, 6,0% de cálcio, 0,2% de magnésio, 0,3% de nitrogênio, pH de 5,3, 2,3% de ácido húmico do carbono total, 42% de celulose e 15% de lignina (Cerri et al., 1988).

Muitos resíduos apresentam o carbono orgânico em formas simples, tais como açúcares, amidos, ácidos orgânicos, outros em formas mais complexas, como a celulose, lignina e óleos, ou ainda em misturas variadas de todos esses componentes. A velocidade de decomposição desses resíduos no solo, no sentido de formação de húmus, ou mesmo em compostos orgânicos exibindo cargas negativas residuais, é bastante variável. Resíduos contendo açúcares, amidos e ácidos orgânicos mais simples são rapidamente oxidados no solo, pouco contribuindo para a formação de húmus e, conseqüentemente, aumento da CTC. Já aqueles contendo moléculas orgânicas maiores e / ou mais complexas sofrem oxidação mais lenta e são capazes de contribuir para a formação de húmus, porém dentro de período bastante variável em função dos componentes existentes no resíduo (Glória, 1992).

Neste contexto, Ewart & Humbert (1960), trabalhando em solos do Havaí, verificaram aumentos nos rendimentos de açúcar com a aplicação de 37 a 74 t ha<sup>-1</sup> de bagaço decomposto devido, principalmente, à melhoria das propriedades físicas do solo, o que permitiu melhor distribuição do sistema radicular da planta.

Utilizando 120 t.ha<sup>-1</sup> de bagaço de cana como cobertura morta, Smith (1979) verificou aumentos de até 11 t de cana . ha<sup>-1</sup> quando comparada com a testemunha sem a aplicação do bagaço ao solo.

Ao avaliarem a decomposição de bagaço de cana tomando o teor de húmus como indicador do progresso na decomposição, Mattiazzo et al. (1992) observaram uma inesperada ineficiência no acúmulo de húmus decorrente da adição de nitrogênio e fósforo à massa inicial de bagaço a ser decomposta. O tratamento que apresentou maior teor de húmus foi aquele que incluiu apenas a adição de vinhaça no bagaço.

Aplicando 2 t ha<sup>-1</sup> de bagaço não humificado no sulco de plantio em diferentes tipos de solos do estado de São Paulo, não foi observado qualquer efeito deste resíduo na produtividade da cana-de-açúcar, o que inviabilizaria a sua recomendação sem a devida humificação (Zambello Jr & Orlando Filho, 1982, citados por Orlando Filho & Silva, 1983).

Nas Filipinas, o bagaço de cana-de-açúcar foi usado como adubo orgânico, incorporado ao solo em diferentes estágios de decomposição, no cultivo da cana-de-açúcar. O bagaço fresco foi nocivo às plantas jovens e, quanto maior a quantidade utilizada, observou-se efeito prejudicial. Embora tenha sido feita a adição de cinzas ao bagaço, esse efeito só foi atenuado pelo emprego de superfosfato simples e / ou esterco de cavalo, associado com sulfato de amônia, e as plantas que receberam o tratamento sem bagaço, tiveram crescimento superior ao das que receberam o resíduo, mesmo em estágio avançado de decomposição (Oliveira, 1985).

Testando resíduos da indústria canavieira na composição do substrato destinado à produção de mudas de *Eucalyptus citriodora*, combinando terra com esterco bovino, torta de filtro e bagacilho de cana, separadamente ou em combinação, Casarin et al. (1989) concluíram que a emergência das plântulas e a sobrevivência das mudas não foram afetadas pelos substratos, porém o desenvolvimento e o peso da matéria seca das mudas foram inferiores com o emprego do bagacilho.

Percebe-se, dessa forma, carência de estudos sobre a influência do bagaço e sua utilização como adubo e/ou condicionador dos solos no cultivo da cana-de-açúcar. Sobre o uso do bagaço obtido em alambiques, nada foi encontrado na literatura

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Características da área experimental

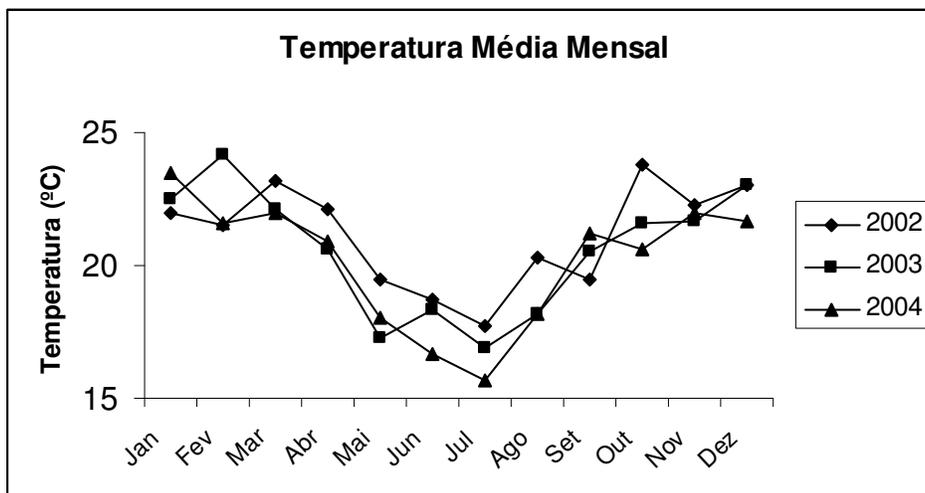
O experimento foi conduzido em área localizada no alambique João Mendes – “JM”, no Município de Perdões - MG, cujas coordenadas geográficas são latitude de 21<sup>o</sup> 05' 20", longitude de 45<sup>o</sup> 05' 50" e altitude de 826 metros.

O solo no qual foi instalado o experimento caracteriza-se como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, com relevo plano a suave ondulado. A análise química deste solo é apresentada na Tabela 1. As temperaturas médias e os índices pluviométricos mensais na região, referentes aos anos de 2002, 2003 e 2004, período correspondente à permanência do experimento no campo, são apresentados nas Figuras 1 e 2, respectivamente.

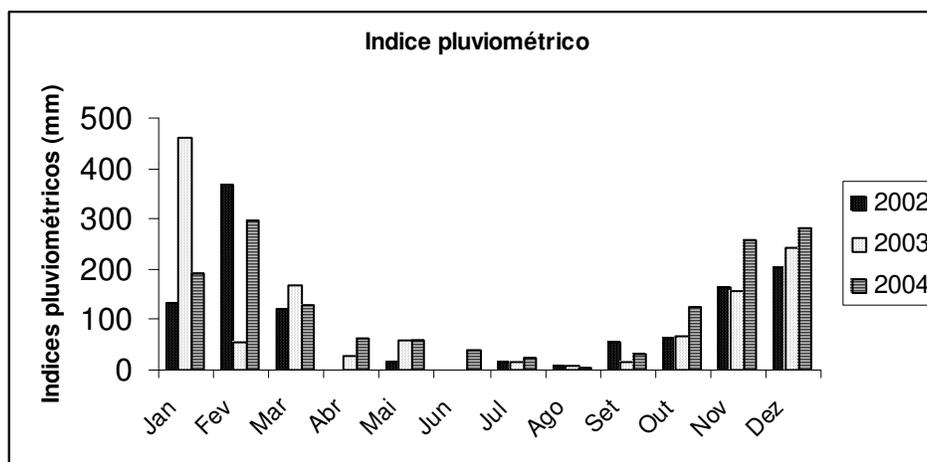
**TABELA 1.** Características químicas do solo da área experimental, na profundidade de 0-20 cm. UFLA, Lavras – MG, 2005.

Descrição	Unidades	Teores
Al	cmol.dm <sup>-3</sup>	0,6
Ca	cmol.dm <sup>-3</sup>	0,3
Mg	cmol.dm <sup>-3</sup>	0,1
K	mg.dm <sup>-3</sup>	17,0
P	mg .dm <sup>-3</sup>	0,6
pH	H <sub>2</sub> O	5,4
H + Al	cmol.dm <sup>-3</sup>	4,5
SB	cmol.dm <sup>-3</sup>	0,4
t	cmol.dm <sup>-3</sup>	1,0
T	cmol.dm <sup>-3</sup>	4,9
m	(%)	58,0
V	(%)	8,9
M.O	dag. kg <sup>-1</sup>	3,1

Análises realizadas pelo Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras – UFLA. P e K: extrator Mehlich – 1; Ca, Mg e Al: extrator KCl 1 N; H + Al extraídos com acetato de cálcio 1N, pH 7,0



**FIGURA 1.** Temperaturas médias mensais (°C) referentes aos anos de 2002, 2003 e 2004. UFLA, Lavras-MG, 2005. Fonte: Estação meteorológica, UFLA (2005).



**FIGURA 2.** Índices pluviométricos mensais (mm), referentes aos anos de 2002, 2003 e 2004. UFLA, Lavras-MG, 2005. Fonte: Estação meteorológica, UFLA (2005).

Observa-se que, na região, ocorrem temperatura e umidade favoráveis ao desenvolvimento vegetativo nos meses de outubro a março e temperatura e umidade baixas favoráveis à maturação nos meses de abril a setembro.

### **3.2 Delineamento experimental, tratamentos e parcelas**

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com nove tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por adubações orgânicas, minerais e associações entre elas, a saber:

1. Calagem + fosfato reativo + adubação química;
2. Fosfato reativo + adubação química;
3. Calagem + adubação química;
4. Calagem + fosfato reativo + adubação química + esterco de curral;
5. Calagem + fosfato reativo + esterco de curral;
6. Calagem + fosfato reativo + adubação química + esterco de galinha;
7. Calagem + fosfato reativo + esterco de galinha;
8. Calagem + fosfato reativo + adubação química + bagaço de cana;
9. Calagem + fosfato reativo + bagaço de cana.

A calagem foi feita utilizando calcário dolomítico (100% PRNT) na dose de 2,5 t ha<sup>-1</sup>, de acordo com CFSEMG (1999), aplicado em área total e incorporado antes do plantio.

O fosfato reativo utilizado foi o fosfato natural reativo Djebel Onk – Argélia (teor total de 29% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 35% de CaO), aplicando-se o equivalente a

400 kg ha<sup>-1</sup> no sulco de plantio e logo após o primeiro corte, conforme recomendação do fabricante.

A adubação química de plantio foi feita na base de 120 kg. ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, aplicados no sulco. Na soqueira foram aplicados 80 kg. ha<sup>-1</sup> de N e 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O após primeiro corte, de acordo com CFSEMG (1999).

O esterco de curral foi aplicado na quantidade de 30 t ha<sup>-1</sup>, base úmida, e o esterco de galinha na quantidade de 3,5 t ha<sup>-1</sup>, também base úmida, no sulco de plantio e logo após o primeiro corte, esparramado sobre as entrelinhas de acordo com CFSEMG (1999).

Já o bagaço de cana, obtido no alambique “JM”, foi aplicado na base de 24 t ha<sup>-1</sup>, base úmida, quantidade compatível de ser aplicada sem ocupar grande volume no sulco, o que poderia tornar o plantio raso. Após o primeiro corte aplicou-se o equivalente a 35 t ha<sup>-1</sup>, esparramando-os sobre as entrelinhas. A análise química do bagaço utilizado encontra-se na Tabela 2.

A variedade de cana-de-açúcar utilizada foi a SP 79 1011, que apresenta as seguintes características: bom perfilhamento e bom fechamento de entrelinhas; alta produção agrícola; média exigência em solos; maturação semi precoce; muito rica em sacarose; baixo teor de fibra; tombamento ausente; florescimento e chochamento ausentes, segundo Fernandes (1991).

**TABELA 2.** Resultado da análise química do bagaço de cana-de-açúcar utilizado na montagem do ensaio. UFLA, Lavras-MG, 2005.

	%						Ppm				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn	Fe
Bagaço	1,69	0,16	0,11	0,21	0,16	0,29	12,1	352,0	77,7	31,2	937,6

Análise realizada pelo Laboratório de Análise Foliar, do Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras – UFLA.

As parcelas experimentais foram constituídas por seis linhas de cana, espaçadas de 1,4m, com comprimento de 12 metros. A área total da parcela foi de 100,8 m<sup>2</sup>. Como área útil de cada parcela, considerou-se as 4 linhas centrais, num total de 67,2 m<sup>2</sup>. As parcelas foram separadas por um carreador de 1 metro a fim de facilitar o manejo e as avaliações, proporcionando melhor visualização das estacas de identificação de blocos e tratamentos.

Cada bloco foi constituído por 9 parcelas, ocupando uma área de 974,4 m<sup>2</sup>. Os blocos foram separados por um carreador de aproximadamente 4 metros de largura com o objetivo de facilitar o trânsito de máquinas e implementos utilizados na montagem e condução do experimento. A área total ocupada pelo experimento foi de 5289,6 m<sup>2</sup>.

### **3.3 Instalação e condução do experimento.**

#### **3.3.1 Cana-planta**

A fim de evitar interferências de resíduos de adubações anteriores, principalmente adubação química, procurou-se uma área que estivesse, de preferência, em pousio para a instalação do experimento. Dessa forma, encontrou-se uma área de pastagem em pousio, na qual predominava o capim - braquiária (*Brachiaria decumbens*) sem manejo há pelo menos 3 anos.

Para eliminação da braquiária foi realizada uma aração, expondo as raízes ao sol a fim de promover a seca natural; posteriormente foi realizada uma gradagem para cortar o material.

Após o preparo convencional do solo, com aração e gradagens, realizou-se em março de 2002, o plantio da cana-de-açúcar.

A sulcagem foi realizada mecanicamente, na profundidade de 20 - 30 cm, com sulcador de 2 linhas, espaçadas de 1,4 m.

Não foi necessário o controle de pragas e doenças durante a condução do experimento, porém a área foi sempre mantida livre de plantas daninhas, através de capinas realizadas manualmente. A colheita foi realizada de forma manual, sem queima prévia do canavial, em agosto de 2003. Para a determinação do rendimento de caldo, os feixes foram encaminhados para moagem em moenda tipo VM 9 ½ X 14”.

### **3.3.2 Cana-soca**

Após a colheita da cana-planta, realizada em agosto de 2003, efetuou-se a adubação da cana-soca, em novembro do mesmo ano, conforme tratamentos.

Não foi necessário o controle de pragas e doenças durante a condução da primeira soca, portanto manteve-se a área sempre livre de plantas daninhas, através de catação, realizada manualmente, já que o palhico resultante da colheita exerceu um bom controle. A colheita foi realizada de forma manual, sem queima prévia do canavial, em outubro de 2004. Para a determinação do rendimento de caldo, os feixes foram encaminhados para moagem em moenda tipo VM 9 ½ X 14”.

### **3.4 Características estudadas**

As características estudadas foram as mesmas, tanto para a cana-planta como para a cana-soca, a saber:

### **3.4.1 Número de colmos por metro**

Aos 40 dias após o plantio (stand inicial) e por ocasião da colheita (cana-planta) e aos 120 dias após o corte da cana-planta e por ocasião da colheita da cana-soca, foram realizadas contagens dos números de colmos na área útil de cada parcela, calculando-se, posteriormente, o número médio de colmos por metro.

### **3.4.2 Rendimentos médios de colmos por hectare**

Os rendimentos de colmos foram obtidos através de pesagens realizadas em balança tipo dinamômetro, com capacidade para 120 kg, seguindo metodologia de Mariotti & Lascano (1969) citados por Arizono et al. (1998), calculando-se o peso de colmos na área útil de cada parcela e, posteriormente, em toneladas por hectare.

### **3.4.3 Rendimento de caldo por tonelada de cana**

Para o cálculo de rendimento de caldo por tonelada de cana foram colhidos 15 colmos, em seqüência em cada uma das linhas da área útil, totalizando 60 colmos, sendo feito a moagem desse feixe, obtendo-se o volume de caldo em litros. Posteriormente, conhecendo o peso dos 60 colmos e o volume de caldo, procedeu-se a transformação para litros de caldo por tonelada de cana.

### **3.4.4 Rendimento de caldo por hectare**

Conhecendo o rendimento de tonelada de cana por hectare e o rendimento de caldo por tonelada de cana, calculou-se o rendimento de caldo por hectare.

### **3.4.5 Análises químico – tecnológicas da cana-de-açúcar**

Por ocasião da colheita foram retirados doze colmos em linha na área útil de cana parcela, eliminando-se o palmito e a palha. Após a identificação, os colmos foram enviados para o laboratório da Usina Coimbra-Luciânia, em Lagoa da Prata, Minas Gerais, determinando-se Fibra (%) cana, Pol (%) cana, AR (%) cana, Pureza (%) cana, ATR kg t<sup>-1</sup> e o valor da TPH.

Entende-se como fibra os constituintes insolúveis; como pol o teor de sacarose aparente, como AR os açúcares redutores (glicose + frutose); como ATR o açúcar total recuperável e como pureza a porcentagem de sacarose nos sólidos solúveis.

### **3.4.6 Rendimento teórico de aguardente por tonelada e por hectare**

O cálculo para rendimento de aguardente teórica foi baseado no rendimento da fermentação alcoólica, segundo Ribeiro (1997).

Vale ressaltar que os cálculos para rendimento teórico de aguardente por tonelada de cana para cada tratamento, tanto para cana-planta como para cana-soca, foi baseada em seus respectivos valores para brix (Tabelas 13A a 16A dos anexos), densidade do caldo (Tabela 17A dos anexos) e rendimento de caldo (Tabela 12).

Ao se obter o rendimento teórico de aguardente por tonelada de cana e o rendimento de cana em tonelada por hectare, calculou-se o rendimento de aguardente por hectare.

### 3.4.7 Análises estatísticas

Os parâmetros avaliados foram submetidos a análises de variância de acordo com o esquema proposto por Gomes (1990) para experimentos em Blocos Casualizados, de acordo com a Tabela 3.

Empregou-se o teste de Scott & Knott (1974) para análise dos efeitos das diferentes fontes de adubos orgânicos, minerais e associações entre eles.

**TABELA 3.** Esquema da análise de variância para análise de dados do experimento. UFLA, Lavras-MG, 2005.

<b>Causas da Variação</b>	<b>GL</b>
Blocos	3
Tratamentos	8
Erro	24
<b>Total</b>	<b>35</b>

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Número médio de colmos por metro para cana-planta

Os resumos das análises de variância para número médio de perfilhos por metro aos 40 dias após o plantio (stand inicial) e número médio de colmos por metro por ocasião da colheita (cana-planta), em função dos tratamentos aplicados, são apresentados na Tabela 1A dos anexos, sendo que os valores médios obtidos para este parâmetro são apresentados na Tabela 4.

**TABELA 4.** Valores médios obtidos para número de colmos por metro aos 40 dias após plantio e na colheita (cana-planta) em função dos tratamentos. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Tratamentos	Nº de colmos por metro	
	40 dap	colheita
Calagem+ fosfato reativo+ adubação química	9,74 a	11,36 a
Fosfato reativo + adubação química	9,38 a	11,58 a
Calagem + adubação química	9,70 a	11,90 a
Calagem + fosfato reativo + adubação química + esterco de curral	10,42 a	12,38 a
Calagem + fosfato reativo + esterco de curral	10,11 a	11,97 a
Calagem+ fosfato reativo+ adubação química + esterco de galinha	10,58 a	11,98 a
Calagem + fosfato reativo + esterco de galinha	9,94 a	12,23 a
Calagem + fosfato reativo + adubação química + bagaço	10,06 a	12,16 a
Calagem+ fosfato reativo + bagaço	7,96 b	10,42 b
<b>CV (%)</b>	<b>10,01</b>	<b>3,93</b>

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Pode-se observar pela Tabela 4, para o número médio de perfilhos por metro aos 40 dias (stand inicial) e o número de colmos por ocasião da colheita (stand final) para a cana-planta, que as adubações orgânicas, associadas ou não à adubação química, resultaram em valores semelhantes, com exceção do tratamento em que se usou o bagaço como fonte orgânica, apresentando este, o menor número de colmos por metro linear. Todavia, ao ser complementada com a adubação química, a cana recuperou sua capacidade de emitir colmos, tornando-se semelhante aos demais tratamentos. A variedade de cana utilizada, considerada de média exigência em fertilidade do solo, teve sua capacidade de perfilhamento diminuída, provavelmente devido a limitações de nutricionais, proporcionadas pela aplicação do bagaço de forma isolada.

Em relação à calagem, Zotarelli (1992), estudando a calagem e a gessagem aplicadas de forma isolada ou combinadas em cana-de-açúcar, concluiu que a presença do calcário aumentou a brotação inicial do canavial, diferentemente dos resultados obtidos no presente estudo (Tabela 4), pois a aplicação ou não do calcário, para as condições estudadas, resultou num mesmo número de perfilhos aos 40 dias após o plantio. Todavia, o resultado encontrado no presente estudo é semelhante aos resultados obtidos por Andrade et al. (2002), que também não verificaram, sob condições de casa de vegetação, a influência da aplicação de calcário na brotação inicial da cana-de-açúcar.

Do mesmo modo, nota-se que a presença ou ausência da calagem não influenciou significativamente o número final de colmos, o que está de acordo com os resultados obtidos por Hermann (1997), que também não constatou diferenças da aplicação ou não do calcário no número de colmos por ocasião da colheita.

#### 4.2 Número médio de colmos por metro para cana-soca

O resumo das análises de variâncias para o número médio de colmos por metro aos 120 dias após o corte da cana-planta e por ocasião da colheita da cana-soca, em função dos tratamentos, está disposto na Tabela 2A dos anexos, sendo que os valores médios obtidos para este parâmetro estão apresentados na Tabela 5.

Pode-se observar que o tratamento que recebeu apenas calagem + fosfato reativo + bagaço de cana, sem complementação com a adubação química, foi o que apresentou menor número de colmos por metro, seguido do tratamento que recebeu apenas o fosfato reativo + adubação química, sem calagem, tanto aos 120 dias após o corte da cana-planta como na colheita da cana-soca, quando comparado aos demais tratamentos, que não diferiram entre si (Tabela 5).

**TABELA 5.** Valores médios obtidos para número de colmos por metro aos 120 dias após colheita da cana-planta e colheita da cana-soca, em função dos tratamentos. UFLA, Lavras - MG, 2005.

Tratamentos	Nº de colmos por metro	
	120 dias	Colheita
Calagem+ fosfato reativo+ adubação química	13,09 a	11,62 a
Fosfato reativo + adubação química	11,85 b	10,93 b
Calagem + adubação química	12,98 a	11,95 a
Calagem fosfato reativo + adubação química + esterco de curral	14,54 a	12,21 a
Calagem + fosfato reativo + esterco de curral	13,63 a	12,08 a
Calagem+ fosfato reativo+ adubação química + esterco de galinha	13,87 a	12,73 a
Calagem + fosfato reativo + esterco de galinha	13,20 a	12,04 a
Calagem + fosfato reativo + adubação química + bagaço	13,34 a	12,02 a
Calagem+ fosfato reativo + bagaço	11,00 b	10,20 c
<b>CV (%)</b>	<b>5,35</b>	<b>3,86</b>

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

A não aplicação do calcário, que deixa de fornecer cálcio e magnésio, associado aos baixos teores desses elementos no solo (Tabela 1), pode explicar esses menores números e colmos da cana-soca devido a uma provável limitação nutricional, pois no tratamento que não recebeu a calagem na soqueira também não foi aplicado o calcário por ocasião do plantio da cana-planta; e ainda, no tratamento que recebeu calagem + fosfato reativo + bagaço de cana, embora tenham sido fornecidos cálcio e magnésio pela calagem e o fósforo pelo fosfato reativo, não se aplicou o potássio que é altamente exigido pela cana-de-açúcar e, associado a baixa disponibilidade deste elemento no solo, como pode ser observado na Tabela 1, também tenha contribuído para um menor número de colmos nas épocas avaliadas, com resultados mais drásticos por ocasião da colheita.

Os tratamentos que proporcionaram maior número de colmos nas duas épocas foram as adubações orgânicas aplicadas nas formas de calagem + fosfato reativo + esterco de curral, calagem + fosfato reativo + esterco de galinha, complementados ou não com a adubação química, e ainda o tratamento com calagem + fosfato reativo + bagaço + adubação e os tratamentos com calagem + adubação química, com ou sem a complementação com o fosfato reativo.

#### **4.3 Rendimentos de colmos da cana-planta e da cana-soca**

Os resumos das análises de variância para rendimentos de colmos, expressos em  $t\ ha^{-1}$  da cana-planta e da cana-soca, em função dos tratamentos aplicados, estão dispostos na Tabela 8A dos anexos, sendo que os valores médios obtidos para este parâmetro estão apresentados na Tabela 6.

**TABELA 6.** Valores médios obtidos para rendimentos de colmos da cana-planta e da cana-soca, em função dos tratamentos aplicados. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Tratamentos	Rendimentos médios de colmos (t . ha <sup>-1</sup> )	
	Planta	Soca
Calagem+ fosfato reativo+ adubação química	75,08 a	78,34 a
Fosfato reativo + adubação química	81,66 a	82,21 a
Calagem + adubação química	84,98 a	74,06 a
Calagem fosfato reativo + adubação química + esterco de curral	89,37 a	85,09 a
Calagem + fosfato reativo + esterco de curral	82,82 a	85,59 a
Calagem+ fosfato reativo+ adubação química + esterco de galinha	96,75 a	88,33 a
Calagem + fosfato reativo + esterco de galinha	86,42 a	74,45 a
Calagem + fosfato reativo + adubação química + bagaço	89,47 a	84,64 a
Calagem+ fosfato reativo + bagaço	51,32 b	55,76 b
<b>CV (%)</b>	<b>16,88</b>	<b>12,84</b>

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 6, pode-se observar que o bagaço não substitui a adubação química de plantio, ao contrário do esterco de curral e de galinha, que apresentaram resultados semelhantes ao adubo químico. Quando se aplicar o bagaço no sulco de plantio ou na entrelinha visando sua utilização como fonte de adubação orgânica, a complementação mineral é necessária para alcançar bons níveis de produtividade, estando de acordo com os resultados alcançados por Zambello Jr. & Orlando Filho, citados por Orlando

Filho & Silva (1983), que também não observaram qualquer efeito do bagaço na produtividade da cana quando aplicado no sulco de plantio.

Os resultados obtidos para esterco de curral no presente trabalho são semelhantes a alguns obtidos em trabalhos desenvolvidos na Índia. Embora as condições edafoclimáticas desse país sejam diferentes das condições encontradas no Brasil, torna-se interessante comparar os resultados a fim de enriquecer a discussão. Sendo assim, a maioria dos ensaios desenvolvidos na Índia resultaram em aumentos na produtividade, como os estudos desenvolvidos por Jadhav et al. (2001), Nema et al. (1995), Singh & Singh (2002) e Snehal et al. (1998).

No entanto, Rao & Veeranna (1998) verificaram que, ao se combinarem doses de esterco de curral com adubo mineral, ocorreram aumentos nos rendimentos de cana-de-açúcar; entretanto, ao utilizarem o esterco de curral isolado, observaram queda significativa na produtividade, contrastando com os resultados do presente estudo, pois o esterco de curral isolado proporcionou média semelhante de rendimento quando associado ao adubo mineral, e ainda quando da aplicação do adubo mineral isoladamente. A dose utilizada, menor do que a dose do presente trabalho, pode explicar esta variação.

Vale ressaltar que a exigência da variedade de cana quanto à fertilidade do solo é um fator importante a ser considerado, pois quando o agricultor lançar mão de variedades de diferentes exigências quanto à resposta à fertilidade do solo, os resultados podem sofrer alterações, pois embora a adubação orgânica tenha possibilitado rendimentos semelhantes à adubação mineral para uma variedade de média exigência, como a SP79-1011, para variedades mais responsivas a resposta poderá ser diferente da obtida no presente estudo, necessitando de mais estudos.

A aplicação do fosfato reativo não ocasionou aumentos no rendimento de colmos, tanto para a cana-planta como para cana-soca, pois como pode ser

observado na Tabela 6, ao omitir a aplicação do fosfato reativo, a média nos rendimentos foi estatisticamente igual quando da sua aplicação. Portanto, pode-se inferir que, embora o fósforo seja um elemento essencial e classificado como macronutriente, ao se aplicarem doses além da demanda da planta, pode haver até um consumo de luxo pela planta, mas que não irá refletir em aumentos no índice de produtividade. Este resultado está de acordo com o obtido por Cantarella et al. (2002), que ao avaliarem misturas em diferentes proporções de fosfato natural reativo e fosfato solúvel em água para a cana-de-açúcar, concluíram não haver efeitos na produtividade de colmos ou de açúcar.

Em relação à calagem, pode-se observar, tanto para a cana-planta como para a cana-soca, que as médias dos rendimentos foram estatisticamente iguais quando houve ou não a aplicação do calcário, assemelhando-se aos resultados obtidos por Rosseto et al. (2004). Em outros trabalhos também não foram encontradas respostas quanto à produtividade da cana com a aplicação da calagem (Azeredo et al., 1996 e Hermann, 1997).

Já Marinho & Albuquerque (1982), avaliando mais de vinte experimentos de campo com a aplicação de calcário dolomítico em cana-de-açúcar, obtiveram, na maioria dos ensaios, aumentos significativos no rendimento de colmos devido à aplicação do calcário. Resultados semelhantes foram obtidos por Morelli et al. (1992) e Zotarelli (1992), que ao avaliarem quatro cortes de cana, observaram que a melhor resposta da produtividade sempre esteve na faixa de  $3,2 \text{ t ha}^{-1}$  da dose de calcário.

Entretanto, o efeito da calagem no aumento dos rendimentos agrícola e industrial da cana-de-açúcar depende de fatores ligados à planta, ao solo e ao corretivo empregado (Andrade, 1991), e segundo Casagrande (1991), a cana-de-açúcar é uma das plantas mais tolerantes à concentração do alumínio no solo, mas essa característica é variável em função do genótipo utilizado no cultivo. O

clima também precisa ser considerado, pois em determinadas situações, baixas produções são observadas, principalmente por déficit hídrico, o que compromete a avaliação dos efeitos da calagem (Quaggio, 1986).

#### 4.4 Teores de fibra da cana-planta e cana-soca

O resumo das análises de variância para teores de fibra da cana-planta e cana-soca, em função dos tratamentos aplicados, são apresentados na Tabela 3A dos anexos, sendo que os valores médios obtidos para este parâmetro são apresentados na Tabela 7.

**TABELA 7.** Valores médios obtidos para teor de fibra da cana-planta e da cana-soca, em função dos tratamentos aplicados. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Tratamentos	Fibra (%) cana	
	Planta	Soca
Calagem+ fosfato reativo+ adubação química	13,52 a	12,57 a
Fosfato reativo + adubação química	13,16 a	12,77 a
Calagem + adubação química	13,06 a	12,63 a
Calagem fosfato reativo + adubação química + esterco de curral	13,27 a	12,47 a
Calagem + fosfato reativo + esterco de curral	13,43 a	12,58 a
Calagem+ fosfato reativo+ adubação química + esterco de galinha	13,08 a	12,30 a
Calagem + fosfato reativo + esterco de galinha	13,12 a	12,70 a
Calagem + fosfato reativo + adubação química + bagaço	13,57 a	12,71 a
Calagem+ fosfato reativo + bagaço	14,15 b	13,36 a
<b>CV (%)</b>	<b>2,94</b>	<b>3,39</b>

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Para a cana-planta, com a utilização do tratamento calagem + fosfato reativo + bagaço de cana-de-açúcar houve um incremento no teor de fibra, sendo superior aos demais tratamentos, os quais não diferiram entre si. Apesar da utilização do bagaço para queima na fabricação dos produtos, o aumento no teor de fibra faz com que haja redução na extração de caldo, principalmente em engenhos menos potentes, como é o caso da maioria dos alambiques. Com isso, o rendimento de caldo, e conseqüentemente de aguardente, são reduzidos.

O aumento do teor de fibra do bagaço aumenta também a capacidade calorífica desse material, ocasionando maior sobra de bagaço, o que se torna um fator preocupante para os alambiques, pois ocupa maior espaço. Para resolver este problema, a utilização do tratamento que consistiu da aplicação da calagem + fosfato reativo + bagaço de cana + adubação química seria interessante, servindo como uma alternativa de descarte do bagaço para o produtor, e ainda contribuindo para o aumento no teor de matéria orgânica do solo ao longo dos anos, em função da decomposição do bagaço.

Ainda de acordo com os dados da Tabela 7, pode-se observar que a aplicação dos tratamentos esterco de curral + calagem + fosfato reativo e esterco de galinha + calagem + fosfato reativo, associados ou não com a adubação mineral, não alterou o teor de fibra, tanto para cana-planta como para cana-soca. No presente estudo, a aplicação ou não do calcário não alterou o teor de fibra (Tabela 7). Resultados semelhantes foram obtidos por Rolim (1995) que também não verificou a influência da aplicação do calcário no teor de fibra da cana-de-açúcar, porém discordando dos resultados observados por Vargas (1989), que ao avaliar a aplicação do calcário em diferentes profundidades e seus efeitos no solo e na cultura da cana-de-açúcar, constatou diminuição no teor de fibra.

Para a soqueira, de acordo com os dados da Tabela 7 nota-se que não houve diferença significativa entre as diversas formas de adubação para teores de fibra.

#### 4.5 Teores de Açúcares Redutores da cana-planta e da cana-soca

Os resumos das análises de variância para teores de açúcares redutores da cana-planta e cana-soca, em função dos tratamentos aplicados, estão dispostos na Tabela 4A dos anexos, sendo que os valores médios obtidos para este parâmetro estão apresentados na Tabela 8.

**TABELA 8.** Valores médios obtidos para Açúcares Redutores da cana-planta e da cana-soca, em função dos tratamentos aplicados. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Tratamentos	AR (%) cana	
	Planta	Soca
Calagem+ fosfato reativo+ adubação química	0,31 a	0,38 a
Fosfato reativo + adubação química	0,35 a	0,39 a
Calagem + adubação química	0,37 a	0,39 a
Calagem fosfato reativo + adubação química + esterco de curral	0,33 a	0,39 a
Calagem + fosfato reativo + esterco de curral	0,37 a	0,40 a
Calagem+ fosfato reativo+ adubação química + esterco de galinha	0,40 a	0,40 a
Calagem + fosfato reativo + esterco de galinha	0,35 a	0,38 a
Calagem + fosfato reativo + adubação química + bagaço	0,35 a	0,38 a
Calagem+ fosfato reativo + bagaço	0,33 a	0,36 a
<b>CV (%)</b>	<b>12,88</b>	<b>5,43</b>

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Os AR (açúcares redutores), que expressam os valores de glicose e frutose contidos na cana, não diferiram estatisticamente, tanto para a cana-planta como para a cana-soca, quando da aplicação das diferentes fontes de adubação; ou seja, ao utilizar adubação orgânica na forma de esterco de curral, esterco de galinha, bagaço de cana, juntamente com a calagem mais o fosfato reativo, associados ou não com a adubação química, não houve alteração nos valores dos açúcares redutores da cana-de-açúcar. O mesmo aconteceu para aplicações isoladas do fosfato reativo ou da calagem.

Os resultados obtidos para calagem estão em desacordo com aqueles observados por Vargas (1989), que ao aplicar o calcário em duas profundidades e dois modos de aplicação, incorporado com grade a 20 cm e arado a 40 cm, observou redução nos teores de açúcares redutores em resposta à aplicação do calcário, quando comparado com a não aplicação.

A utilização do calcário, além de regular o pH do solo, favorece o fornecimento e o equilíbrio entre cálcio e magnésio para o solo. Embora o solo no qual foi desenvolvido o experimento seja pobre em cálcio e magnésio (Tabela 1). Os tratamentos que receberam a correção do cálcio e magnésio através da aplicação do calcário, não influenciaram os teores de Açúcares Redutores da cana-planta ou da cana-soca quando comparados com aqueles que não receberam essa correção. Entretanto, Barrows & Drosdoff (1958) relatam que o desequilíbrio nutricional existente entre os cátions cálcio, magnésio e potássio poderão acarretar acúmulo ou diminuição de sacarose, como consequência do aumento de fibras e açúcares redutores.

#### **4.6 Teores de açúcar teórico recuperável da cana-planta e cana-soca**

Os resumos das análises de variância para ATR (Açúcar Teórico Recuperável) obtidos para a cana-planta e cana-soca, em função dos tratamentos

aplicados, estão dispostos na Tabela 5A dos anexos, sendo que os valores médios obtidos para este parâmetro estão apresentados na Tabela 9.

**TABELA 9.** Valores médios obtidos para Açúcares Teórico Recuperáveis da cana-planta e da cana-soca, em função dos tratamentos aplicados. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Tratamentos	ATR (kg .t <sup>-1</sup> cana)	
	Planta	Soca
Calagem+ fosfato reativo+ adubação química	167,77 a	159,65 a
Fosfato reativo + adubação química	166,17 a	156,22 a
Calagem + adubação química	165,36 a	158,89 a
Calagem fosfato reativo + adubação química + esterco de curral	169,68 a	160,65 a
Calagem + fosfato reativo + esterco de curral	164,00 a	155,77 a
Calagem+ fosfato reativo+ adubação química + esterco de galinha	163,25 a	156,78 a
Calagem + fosfato reativo + esterco de galinha	166,01 a	158,39 a
Calagem + fosfato reativo + adubação química + bagaço	163,57 a	160,36 a
Calagem+ fosfato reativo + bagaço	163,75 a	158,54 a
<b>CV (%)</b>	<b>2,22</b>	<b>2,68</b>

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Conforme os dados apresentados na Tabela 9, pode-se observar que o uso do esterco de curral + fosfato reativo + calagem, do esterco de galinha + fosfato reativo + calagem e do bagaço de cana + fosfato reativo + calagem como fonte de adubos orgânicos, não alteraram os teores de ATR quando aplicados de

forma isolada ou associados com a adubação química, sendo essa igualdade observada tanto para a cana-planta como para a cana-soca.

Ainda de acordo com os dados da Tabela 9, pode-se observar que a aplicação ou não do fosfato reativo também não alterou os teores de Açúcares Teóricos Recuperáveis da cana-planta e da cana-soca, estando de acordo com os resultados obtidos por Cantarella et al. (2002), que ao estudarem misturas em diferentes proporções de fosfato natural reativo e fosfato solúvel em água para a cana-de-açúcar, também não encontraram diferenças significativas para ATR; o mesmo sendo verificado para aplicação ou não da calagem, entretanto contrastando com resultados obtidos por Martins (2000), que ao estudar o efeito do calcário e do gesso em algumas características químicas do solo Latossolo Vermelho amarelo álico e na cultura da cana-de-açúcar em região de cerrado, combinando diferentes doses de calcário e de gesso isoladamente ou em conjunto, concluiu que, após 3 cortes, para o local e a variedade estudada SP 70-1143, houve aumentos significativos para ATR.

#### **4.7 Teores de pol (%) cana para cana-planta e cana-soca**

Os resumos das análises de variância para pol (%) cana, obtidos para a cana-planta e cana-soca em função dos tratamentos aplicados, estão dispostos na Tabela 6A dos anexos, sendo que os valores médios obtidos para este parâmetro estão apresentados na Tabela 10.

Verifica-se, através da Tabela 10, que a aplicação de esterco de curral + calagem + fosfato reativo, esterco de galinha + calagem + fosfato reativo e bagaço de cana + calagem + fosfato reativo, associados ou não com a adubação química, bem como o uso do fosfato reativo ou da calagem, não promoveram alteração significativa nos teores de pol (%) cana, tanto para a cana-planta como para cana-soca.

**TABELA 10.** Valores médios obtidos para teor de pol (%) cana da cana-planta e da cana-soca, em função dos tratamentos aplicados. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Tratamentos	Pol (%) cana	
	Planta	Soca
Calagem+ fosfato reativo+ adubação química	17,81 a	16,87 a
Fosfato reativo + adubação química	17,61 a	16,49 a
Calagem + adubação química	17,50 a	16,78 a
Calagem fosfato reativo + adubação química + esterco de curral	18,00 a	16,97 a
Calagem + fosfato reativo + esterco de curral	17,35 a	16,65 a
Calagem+ fosfato reativo+ adubação química + esterco de galinha	17,24 a	16,55 a
Calagem + fosfato reativo + esterco de galinha	17,59 a	16,73 a
Calagem + fosfato reativo + adubação química + bagaço	17,33 a	16,95 a
Calagem+ fosfato reativo + bagaço	17,36 a	16,77 a
<b>CV (%)</b>	<b>2,46</b>	<b>2,83</b>

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados encontrados no presente trabalho, com a utilização de adubos orgânicos na forma de esterco de curral, diferem daqueles obtidos por Nema et al. (1995) na Índia, que ao associarem a adubação orgânica na forma de esterco de curral, isolado ou com a torta de filtro, com a adubação mineral, verificaram diminuição no teor de pol (%) cana quando da aplicação da adubação mineral isolada e aumentos nos valores de pol (%) cana quando foram usadas adubações orgânicas associadas ou não à adubação química. Já Vijav et al. (2001), ao estudarem o efeito isolado ou combinado de adubos orgânicos e

minerais, notaram que a aplicação de fertilizantes inorgânicos combinados com adubos orgânicos promoveu aumentos significativos no teor da pol (%) cana.

No que diz respeito à calagem, Penatti et al. (1987), avaliando a aplicação do calcário dolomítico em cana-de-açúcar até a dose de 1500 kg ha<sup>-1</sup>, verificaram que não houve diferenças significativas na pol (%) cana, seja na cana-planta ou na cana-soca. Da mesma forma, Orlando Filho et al. (1990) ao estudarem fontes de calcário aplicada em área total e no sulco de plantio de cana-de-açúcar, observaram que os diferentes tipos de calcário aplicados em área total não alteraram o pol (%) cana da cana. Também Rolim (1995) obteve resultados semelhantes para cana-planta, primeira e segunda soca, concordando com os resultados encontrados no presente trabalho.

#### **4.8 Pureza (%) cana, cana-planta e cana-soca**

Os resumos das análises de variância para pureza (%) cana, obtidos para a cana-planta e cana-soca, em função dos tratamentos aplicados, estão dispostos na Tabela 7A dos anexos, e os valores médios para este parâmetro estão apresentados na Tabela 11.

O parâmetro pureza (%) cana indica a porcentagem de sacarose aparente dos sólidos solúveis.

Conforme os dados apresentados na Tabela 11, pode-se observar que não houve diferença entre os tratamentos aplicados, tanto para a cana-planta, como para a cana-soca. Dessa forma, o uso do esterco de curral + fosfato reativo + calagem, esterco de galinha + fosfato reativo + calagem e bagaço + fosfato reativo + calagem, aplicados de forma isolada ou complementados com adubação química, não influenciou a pureza (%) cana.

**TABELA 11.** Valores médios obtidos para Pureza (%) cana da cana-planta e da cana-soca, em função dos tratamentos aplicados. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Tratamentos	Pureza (%) cana	
	Planta	Soca
Calagem+ fosfato reativo+ adubação química	90,65 a	89,00 a
Fosfato reativo + adubação química	89,83 a	88,54 a
Calagem + adubação química	89,17 a	88,83 a
Calagem fosfato reativo + adubação química + esterco de curral	90,14 a	88,96 a
Calagem + fosfato reativo + esterco de curral	88,77 a	88,50 a
Calagem+ fosfato reativo+ adubação química + esterco de galinha	87,97 a	88,66 a
Calagem + fosfato reativo + esterco de galinha	89,68 a	88,96 a
Calagem + fosfato reativo + adubação química + bagaço	89,40 a	89,08 a
Calagem+ fosfato reativo + bagaço	89,57 a	89,22 a
<b>CV (%)</b>	<b>1,73</b>	<b>0,83</b>

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

A aplicação ou não da calagem também não influenciou a pureza (%) da cana-de-açúcar, tanto para a cana-planta, como para a cana-soca, concordando com os resultados alcançados por Rolim (1995), o qual avaliou o efeito do calcário na pureza (%) cana de três cortes (cana-planta, primeira e segunda soca), porém discordando dos resultados obtidos por Vargas (1989), que verificou influência positiva do calcário nas características tecnológicas da cana-de-açúcar, entre elas a pureza (%) cana.

Nota-se também através da Tabela 11, que a associação do fosfato reativo com a adubação química não provocou alteração significativa no índice pureza (%) cana, tanto para cana-planta como para a cana-soca.

#### 4.9 Rendimentos de caldo em litros. t<sup>-1</sup> (cana-planta e cana-soca)

Os resumos das análises de variância para rendimentos de caldo em litros por tonelada de colmos, da cana-planta e da cana-soca, em função dos tratamentos aplicados estão dispostos na Tabela 9A dos anexos, sendo que os valores médios obtidos para este parâmetro são apresentados na Tabela 12.

**TABELA 12.** Valores médios obtidos para rendimento de caldo L. t<sup>-1</sup> da cana-planta e da cana-soca, em função dos tratamentos aplicados. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Tratamentos	Rendimentos médios de caldo (L .t <sup>-1</sup> )	
	Planta	Soca
Calagem+ fosfato reativo+ adubação química	520,84 a	522,40 a
Fosfato reativo + adubação química	514,25 a	533,08 a
Calagem + adubação química	519,80 a	529,89 a
Calagem fosfato reativo + adubação química + esterco de curral	535,77 a	517,27 a
Calagem + fosfato reativo + esterco de curral	523,05 a	518,52 a
Calagem+ fosfato reativo+ adubação química + esterco de galinha	528,60 a	534,52 a
Calagem + fosfato reativo + esterco de galinha	539,01 a	494,37 a
Calagem + fosfato reativo + adubação química + bagaço	526,38 a	534,32 a
Calagem+ fosfato reativo + bagaço	513,15 a	518,56 a
<b>CV (%)</b>	<b>3,17</b>	<b>5,54</b>

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 12 para o rendimento de caldo em litros  $t^{-1}$ , não houve diferença entre os tratamentos, tanto para cana-planta, como para a cana-soca, ou seja, o uso de esterco de curral + calagem + fosfato reativo, esterco de galinha + calagem + fosfato reativo e bagaço de cana + calagem + fosfato reativo como fontes de adubos orgânicos, associados ou não com a adubação química, bem como a aplicação ou não do calcário, não influenciaram significativamente o volume de caldo extraído por tonelada de colmos.

Um dos fatores que pode explicar o volume de caldo extraído é a quantidade de fibras contida na cana-de-açúcar, ou seja, quanto maior for a quantidade de fibra, maior será a dificuldade da moenda em extrair o caldo dos colmos; com isso ocorre um menor volume de caldo extraído. Para a cana-planta, embora a quantidade de fibra tenha sido maior no tratamento que recebeu a calagem + fosfato reativo + bagaço, sem complementação com a adubação química, essa diferença não refletiu no volume final de caldo extraído por tonelada de cana.

Outro fator que pode interferir no volume de caldo extraído é o tipo e a qualidade da moenda utilizada no processo. De acordo com Sales (2001), nas usinas de açúcar, destilarias e produtores de aguardente em grande escala, a capacidade de extração das moendas chega a ultrapassar 90 %. Já as moendas tipo “queixo duro”, desprovidas de reguladores de pressão, são as mais comuns nas pequenas propriedades, extraíndo de 60 a 70 % do caldo e, em alguns casos, até menos do que isso. A moagem dos colmos foi realizada em moenda simples, tipo VM 9 ½ X 14, utilizada no Alambique João Mendes para a extração de caldo na produção de cachaça, o que reflete a realidade da maioria dos produtores da região, obtendo-se uma extração máxima de aproximadamente 53,9%.

#### 4.10 Rendimentos de caldo em litros por hectare da cana-planta e da cana-soca

Os resumos das análises de variância para rendimentos de caldo, em litros por hectare, da cana-planta e da cana-soca, em função dos tratamentos aplicados, estão dispostos na Tabela 10A dos anexos, e os valores médios obtidos para este parâmetro são apresentados na Tabela 13.

**TABELA 13.** Valores médios obtidos para rendimento de caldo, em L. ha<sup>-1</sup> da cana-planta e da cana-soca, em função dos tratamentos aplicados. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Tratamentos	Rendimento médio de caldo (L . ha <sup>-1</sup> ) cana	
	Planta	Soca
Calagem+ fosfato reativo+ adubação química	39.228,92 a	40.888,50 a
Fosfato reativo + adubação química	41.807,17 a	43.778,63 a
Calagem + adubação química	44.337,97 a	39.326,54 a
Calagem fosfato reativo + adubação química + esterco de curral	47.863,68 a	43.985,44 a
Calagem + fosfato reativo + esterco de curral	43.407,49 a	46.896,95 a
Calagem+ fosfato reativo+ adubação química + esterco de galinha	51.121,37 a	47.186,39 a
Calagem + fosfato reativo + esterco de galinha	46.541,22 a	37.142,94 b
Calagem + fosfato reativo + adubação química + bagaço	47.133,55 a	44.970,48 a
Calagem+ fosfato reativo + bagaço	26.388,06 b	28.947,39 b
<b>CV (%)</b>	<b>17,25</b>	<b>15,38</b>

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Como foi verificado para rendimento de colmos ( $t.ha^{-1}$ ) da cana-planta, o tratamento que se constituiu apenas da aplicação do bagaço + fosfato reativo + calagem também proporcionou menor rendimento de caldo ( $L.ha^{-1}$ ) quando comparado com os demais tratamentos, os quais não se diferenciaram entre si.

Em relação à cana-soca, os tratamentos que consistiram da aplicação do esterco de galinha + calagem + fosfato reativo e calagem + fosfato reativo + bagaço, isolados, ou seja, sem a complementação com a adubação química, foram os que produziram o menor volume de caldo, expresso em litros por hectare, quando comparado com os demais tratamentos (Tabela 13). A aplicação do bagaço + calagem + fosfato reativo também foi o que obteve o menor rendimento de colmos por hectare para a cana-soca, o que poderia explicar o menor volume de caldo por hectare. Já a aplicação da calagem + fosfato reativo + esterco de galinha, embora tenha obtido valores similares para rendimento de colmos por hectare em relação aos demais tratamentos, não proporcionou uma boa extração de caldo em litros por hectare, sendo necessária, pelos resultados apresentados, uma complementação com a adubação química.

#### **4.11 Rendimento teórico de aguardente em litros . $t^{-1}$ da cana-planta e da cana-soca**

Os resumos das análises de variância para rendimento teórico de aguardente em litros por tonelada de colmos, cana-planta e cana-soca, em função dos tratamentos aplicados, estão dispostos na Tabela 11A dos anexos, e os valores médios obtidos para este parâmetro são apresentados na Tabela 14.

Analisando os dados da Tabela 14, pode-se observar que o rendimento de aguardente foi semelhante para todos os tratamentos aplicados, tanto para cana-planta como para cana-soca, podendo-se afirmar que as adubações orgânicas na forma de esterco de curral + fosfato reativo + calagem, esterco de

galinha + fosfato reativo + calagem, bagaço de cana + fosfato reativo + calagem, associados ou não à adubação química, não influenciaram estatisticamente no rendimento teórico de aguardente por tonelada de cana, da mesma forma como a aplicação ou não do calcário também não influenciou este parâmetro.

**TABELA 14.** Valores médios obtidos para rendimento de aguardente teórica L. t<sup>-1</sup> da cana-planta e da cana-soca, em função dos tratamentos aplicados. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Tratamentos	Rendimentos teóricos médios de aguardente (L.t <sup>-1</sup> cana)	
	Planta	Soca
Calagem+ fosfato reativo+ adubação química	113,25 a	107,82 a
Fosfato reativo + adubação química	111,05 a	108,28 a
Calagem + adubação química	112,27 a	109,13 a
Calagem fosfato reativo + adubação química + esterco de curral	117,46 a	107,41 a
Calagem + fosfato reativo + esterco de curral	113,30 a	106,27 a
Calagem+ fosfato reativo+ adubação química + esterco de galinha	114,25 a	108,10 a
Calagem + fosfato reativo + esterco de galinha	116,38 a	101,39 a
Calagem + fosfato reativo + adubação química + bagaço	113,37 a	110,46 a
Calagem+ fosfato reativo + bagaço	110, 21 a	107,17 a
<b>CV (%)</b>	<b>3,43</b>	<b>5,99</b>

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Pode-se observar, pelos dados apresentados nas Tabelas 9 e 11, que os valores de pol (%) cana e rendimento de caldo por tonelada de cana, tanto da cana-planta como da cana-soca, também não sofreram influência dos diferentes tratamentos, obtendo-se valores semelhantes. Isto pode explicar a similaridade

entre os valores obtidos para o rendimento teórico de aguardente por tonelada de cana, que está intimamente ligado aos valores de pol (%) cana, a qual indica o teor de sacarose aparente e será transformado em etanol pelo processo de fermentação, e ao rendimento de caldo, que foi similar para todos os tratamentos, tanto da cana-planta como da cana-soca.

#### **4.12 Rendimento teórico de aguardente em litros por hectare da cana-planta e da cana-soca**

Os resumos das análises de variância para rendimento teórico de aguardente, em litros por hectare da cana-planta e da cana-soca, em função dos tratamentos aplicados, estão dispostos na Tabela 12A dos anexos, sendo que os valores médios obtidos para este parâmetro são apresentados na Tabela 15.

Conforme os dados apresentados na Tabela 15, pode-se inferir que, para a cana-planta, o tratamento que constou apenas da aplicação do bagaço + calagem + fosfato reativo, sem a complementação com a adubação mineral, proporcionou um menor rendimento teórico de aguardente por hectare. Vale lembrar que este tratamento também proporcionou menores rendimentos de colmos e caldo por hectare, refletindo, portanto, num menor rendimento de aguardente teórico por hectare.

Em relação ao rendimento teórico médio de aguardente por hectare da cana-soca, verifica-se que os tratamentos esterco de galinha + calagem + fosfato reativo e bagaço de cana + calagem + fosfato reativo, sem a complementação com adubação química, proporcionaram menores rendimentos quando comparados com os demais tratamentos, o que pode ter sido reflexo do baixo rendimento de caldo por hectare, conforme se pode observar na Tabela 15.

**TABELA 15.** Valores médios obtidos para rendimento de aguardente teórica, em L. ha<sup>-1</sup> da cana-planta e da cana-soca, em função dos tratamentos aplicados. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Tratamentos	Rendimentos teóricos médios de aguardente (L.ha <sup>-1</sup> cana)	
	Planta	Soca
Calagem+ fosfato reativo+ adubação química	8.534,85 a	8.445,93 a
Fosfato reativo + adubação química	9.024,85 a	8.895,79 a
Calagem + adubação química	9.568,44 a	8.090,17 a
Calagem fosfato reativo + adubação química + esterco de curral	10.483,10 a	9.140,72 a
Calagem + fosfato reativo + esterco de curral	9.398,97 a	9.620,09 a
Calagem+ fosfato reativo+ adubação química + esterco de galinha	11.048,36 a	9.541,37 a
Calagem + fosfato reativo + esterco de galinha	10.046,90 a	7.635,28 b
Calagem + fosfato reativo + adubação química + bagaço	10.153,96 a	9.344,35 a
Calagem+ fosfato reativo + bagaço	5.671,33 b	5.982,68 b
<b>CV (%)</b>	<b>17,11</b>	<b>15,81</b>

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4.13 Rendimento médio de tonelada de pol ha<sup>-1</sup> para cana-planta e cana-soca

O resumo das análises de variância para rendimento de tonelada de pol por hectare (TPH), para cana-planta e cana-soca, em função dos tratamentos aplicados, estão dispostos na Tabela 13A dos anexos, sendo que os valores médios obtidos para este parâmetro estão apresentados na Tabela 16.

**TABELA 16.** Valores médios obtidos para tonelada de pol (%) cana ha<sup>-1</sup> da cana-planta e da cana-soca, em função dos tratamentos aplicados. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Tratamentos	Rendimentos médios de TPH	
	Planta	Soca
Calagem+ fosfato reativo+ adubação química	13,25 a	13,23 a
Fosfato reativo + adubação química	14,29 a	13,56 a
Calagem + adubação química	14,84 a	12,43 a
Calagem fosfato reativo + adubação química + esterco de curral	16,08 a	14,46 a
Calagem + fosfato reativo + esterco de curral	14,40 a	14,25 a
Calagem+ fosfato reativo+ adubação química + esterco de galinha	16,53 a	14,62 a
Calagem + fosfato reativo + esterco de galinha	15,21 a	12,50 a
Calagem + fosfato reativo + adubação química + bagaço	15,52 a	14,35 a
Calagem+ fosfato reativo + bagaço	8,93 b	9,36 b
<b>CV (%)</b>	<b>17,30</b>	<b>13,79</b>

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

Pode-se observar, pelos dados apresentados na Tabela 16, tanto para a cana-planta como para a cana-soca, que os tratamentos que constaram da adubação orgânica na forma de esterco de curral e esterco de galinha, isolados ou em associação à adubação química, e ainda a aplicação ou não da calagem e do fosfato reativo proporcionaram médias estatisticamente semelhantes para o rendimento de TPH, com exceção do tratamento com calagem + fosfato reativo + bagaço, que proporcionou média estatisticamente inferior aos demais

tratamentos, mas ao ser associado com a adubação química, alcançou rendimentos semelhantes de TPH em relação aos demais tratamentos.

Os rendimentos de TPH estão diretamente relacionados aos valores obtidos para pol (%) e rendimento de colmos por hectare. Embora os rendimentos de pol (%) tenham sido semelhantes para as diferentes fontes de adubação (Tabela 10), os rendimentos médios obtidos para tonelada de colmos por hectare foram inferiores para o tratamento que constou apenas da aplicação da calagem + fosfato reativo + bagaço de cana, tanto para a cana-planta como para a cana-soca (Tabela 6), o que explica a diferença obtida nos valores de TPH tanto para a cana-planta como para a cana-soca.

## 5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e nas condições em que o trabalho foi conduzido, avaliando cana-planta e cana-soca, pode-se concluir que:

- O esterco de curral, aplicado no sulco e reaplicado após o corte, foi a única fonte orgânica capaz de substituir totalmente a adubação química de plantio e da primeira soca.
- O bagaço de cana, quando usado como fonte orgânica, aplicado no sulco e reaplicado após o corte, deve ser sempre complementado com a adubação química de plantio e da primeira soca.
- Não houve efeito dos adubos orgânicos aplicados no sulco e reaplicados após o corte, associados ou não com a adubação química nas principais características tecnológicas da cana-de-açúcar, tanto para cana-planta como para a primeira soca.
- A calagem e a fosfatagem não tiveram nenhum efeito nos rendimentos de colmos e de aguardente teórica da cana-de-açúcar da cana-planta e primeira soca.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL 2005 - Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Agroinformativo, 2004. 520 p. Cana-de-açúcar, p. 261-277.
- ALBINO, F. E.; MILLER, L. C. Recuperação de socarias de cana-de-açúcar com o uso do calcário e gesso em solos arenosos do sul da Paraíba. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASI, 8., 2002, Recife. **Anais...** Recife, 2002. p. 294-300.
- ALVAREZ, R.; SEGALLA, A. L.; ARRUDA, M. V. Fertilizantes fosfatados na cultura da cana-de-açúcar em terra roxa estruturada. **Bragantia**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 1-3, 1963.
- ANDRADE, L. A. de B. Calagem para a cultura da cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 15, n. 171, p. 16-18, 1991.
- ANDRADE, L. A. de B.; CORRÊA, J. B. D.; VASCONCELOS, C. L.; FIGUEIREDO, P. A. M.; ANJOS, I. A. Comportamento de duas variedades de cana-de-açúcar em função do método de recomendação e dose de calcário. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASI, 8. 2002, Recife. **Anais...** Recife, 2002. p. 309-315.
- ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; OLSZEUSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e / ou mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 857-865, out./dez. 2000.
- ANUALPEC 2004 - Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Agroinformativo, 2004a. 376 p. Pecuária de leite, p. 191-232.
- ANUALPEC 2004 - Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Agroinformativo, 2004b. 376 p. Aves e ovos, p. 233-266.

AREVALO, E. O. R. **Avaliação pelo capim coloniãõ do efeito de esterco e da uréia aplicados em uma areia quartzosa tratada com e sem Ca (OH)<sub>2</sub>**. 1986. 67 p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

ARIZONO, H.; MATSUOKA, S.; GHELLER, Y.; HOFFMANN, H. P.; BASSICHELLO, A. I.; MENESEZ, L. L. Alternativas para avaliação de produção de cana-de-açúcar. **STAB**, Piracicaba, v. 16, n. 5, p. 20, maio/jun. 1998.

AZEREDO, D. F.; BOLSANELLO, J.; MANHÃES, M. S.; WEBER, H. Doses de calcário, gesso, mistura calcário x gesso, interação calcário x fósforo e calcário x potássio em cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASI, 6., 1996, Maceió. **Anais...** Maceió: STAB, 1996. p. 477-483.

BARROWS, H. L.; DROSDOFF, M. Effects of nitrogen, potassium, calcium and magnesium on mineral composition of Lakeland Fine Sand in relation to mineral content of tecng leaves. **Soil Science Society American Proceedings**, Madison, v. 22, n. 5, p. 426-431, Sept./Oct. 1958.

BATAGLIA, O. C.; BERTON, R. S.; CAMARGO, O. A.; VALADARES, J. M. A. S. Resíduos orgânicos como fonte de nitrogênio para capim braquiária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 7, n. 3, p. 277-284, set./dez. 1983.

BENEDINI, M. S. **Novo conceito no uso de calcário em cana-de-açúcar**. Piracicaba: Centro de Tecnologia Copersucar, 1988. 19 p. Série Agrônômica, n. 16.

BRANCHER, A.; CAMARGO, F. A de. O.; SANTOS, G de. A. Adubação orgânica, mineral e calagem influenciando o rendimento de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 4, p. 397-403, abr. 1998.

CAMARGO, M. S.; SILVEIRA, R. I. Efeito dos fosfatos naturais Alvorada, Catalão, Patos e Arad na produção de massa seca de milho em casa de vegetação. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 55, n. 3, p. 509-519, set./dez. 1998.

CANTARELLA, H.; ROSSETO, R.; LANDELL, M. G. A.; BIDÓIA, M. A. P.; VASCONCELOS, A. C. M. Mistura em diferentes proporções de fosfato reativo natural reativo e fosfato solúvel em água para a cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASI, 8., 2002, Recife. **Anais...** Recife, 2002. p. 218-224.

CASAGRANDE, A. A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar.** Jaboticabal: UNESP/ FUNEP, 1991. 15 p.

CASARIN, V.; AGUIAR, I. B. de.; VITTI, G. C. Uso de resíduos da industria canaveira na composição do substrato destinado à produção de mudas de *Eucalyptus citriodora*, Hook. **Cientifica**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 63-72, 1989.

CERRI, C. C.; POLO, A.; ANDERSON, F.; LOBO, M.; EDUARDO, B. Resíduos orgânicos da agroindústria canaveira. 1. Características físicas e químicas. **STAB**, Piracicaba, v. 6, n. 3, p. 34-37, jan./jun. 1988.

CESAR, M. A. A.; SILVA, F. C.; DELGADO, A. A.; CAMARGO, A. P.; BISSOL, B. A. M. Efeito das fontes de fósforo no solo no plantio sobre os caracteres tecnológicos do caldo, em cana-soca. **STAB**, Piracicaba, v. 7, n. 3/5, p. 33-40, jan./jun. 1989.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS – CFSEMG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação.** Viçosa, MG, 1999. 359 p.

COUTINHO, E. L. M.; NATALE, W.; VILA NOVA, A. S.; SITTA, D. S. X. Eficiência agronômica de fertilizantes fosfatados para a cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 9, p. 1393-1399, set. 1991.

DHILLON, N. S.; BRAR, B. S.; VIG, A. C. Effect of farm yard manure, nitrogen, phosphorus and potassium application on cane yield and sugar content of sugarcane (cultivar CoJ 64). **Indian Sugar**, v. 43, n. 3, p. 171-174, 1993. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br>>. acesso em: 27 mar. 2002.

EIRA, A. F.; CARVALHO, P. C. T. A decomposição da matéria orgânica pelos microrganismos do solo e sua influência nas variações do pH. **Revista de Agricultura**, v. 45, p. 15-21, 1970.

EPSTEIN, E. Effect of sewage sludge on some soil physical properties. **Journal of Environment Quality**, Madison, v. 4, n. 1, p. 139-142, 1975.

ERNANI, P. R. Necessidade da adição de nitrogênio para o milho em solo fertilizado com esterco de suínos, cama de aves e adubos minerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 8, n. 3, p. 313-317, set./dez. 1984.

ERNANI, P. R. **Utilização de compostos orgânicos e adubos minerais na fertilização do solo**. 1981. 82 p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ERNANI, P. R.; GIANELLO, C. Diminuição do alumínio trocável do solo pela incorporação de esterco de bovinos e cama de aviários. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 7, n. 2, p. 161-165, maio/ago. 1983.

ERNANI, P. R.; GIANELLO, C. Efeito imediato e residual de materiais orgânicos, adubo mineral e calcário no rendimento vegetal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 5, n. 2, p. 119-124, maio/ago. 1982.

ERNANI, P. R.; STECKLING, C.; BAYER, C. Características químicas do solo e rendimento de massa seca de milho em função do método de aplicação de fosfatos em dois níveis de acidez. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 939-946, out./dez. 2001.

ESTEVES, A. A. Fisiologia de la caña de azucar. In: OSORIO, C. E. B. (Ed.) **El cultivo de la caña de azucar**. Cali, 1986. p. 27-41.

EWART, G. Y.; HUMBERT, R. P. Use of mill waste organic matter in improving Hawaiian sugar cane soils. **Hawaiian Plant Record**, Honolulu, v. 55, n. 4, p. 319-329, 1960.

FERNANDES, A. C. **Terceira geração de variedades de cana COPERSUCAR**. São Paulo, 1991. 27 p. (COPERSUCAR. Boletim Técnico. Edição Especial).

FIGUEIREDO FILHO, C. P. Avaliação da adubação fosfatada da cana-de-açúcar com hipofosfato natural reativo. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASI, 8., 2002, Recife. **Anais...** Recife, 2002. p. 259-263.

FREITAS, A. D. S.; STANFORD, N. P. Efeitos de fertilizantes orgânicos na fixação biológica do N<sub>2</sub> e desenvolvimento de milho inoculado com *Azospirillum sp.* In: : REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS, 21., 1994, Petrolina. **Anais...** Petrolina: SBCS/EMBRAPA-CPATSA, 1994. p. 265-267.

GLÓRIA, N. A. da.; Uso agrônômico de resíduos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS, 20., 1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 1992. p. 195-212.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468 p.

HAFEZ, A. A. R. Comparative changes in soil physical properties induced by admixture of manure from various domestic animals. **Soil Science**, Baltimore, v. 118, n. 1, p. 53-59, Jan./June 1974.

HERMANN, E. R. **Desempenho vegetativo e produtivo de três variedades de cana-de-açúcar submetidas a doses de calcário e gesso**. 1997. 72 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura, Luiz de Queiroz, Piracicaba.

HOLANDA, J. S.; MIELNICZUK, J.; STAMMEL, J. G. Utilização de esterco e adubo mineral em quatro seqüências de culturas em solo da Encosta Basáltica do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 6, n. 1, p. 47-52, jan./abr. 1982.

JADHAV, B. S.; NIGADE, R. D.; KADAN, U. A. Integrated management of **organic** manures and fertilizers in seasonal sugarcane. **Journal of Maharashtra Agricultural Universities**, Kolhapur, India, v. 24, n. 3, p. 274-276, 2001. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br>>. Acesso em: 12 dez. 2004.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronomica Ceres, 1985. 492p.

KORNDORFER, G. H.; ALCARDE, J. C. Aplicação de fósforo e rendimento de cana-soca e ressoca. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 183-186, jan./abr. 1992b.

KORNDORFER, G. H.; ALCARDE, J. C. Acumulo e teor de fósforo em folhas de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 217-222, maio/ago. 1992a.

KORNDORFER, G. H.; LARA CABEZAS, W. A.; HOROWITZ, N. Eficiência agrônômica de fosfatos naturais reativos na cultura do milho. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 2, p. 391-396, abr./jun. 1999.

LANDELL, M. G. de. A. **Comportamento da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*), frente a níveis de alumínio, em solução nutritiva**. 1989. 117 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; MELLO, F. A. F.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C. **Nutrição mineral de algumas culturas tropicais**. São Paulo: Livraria Pioneira, EDUSP, 1967. 251 p.

MARINHO, M. L.; ALBUQUERQUE, G. A. C de. Calibração de  $Ca^{+2}$  e  $Mg^{+2}$  no solo para a cana-de-açúcar em Alagoas. **STAB**, Piracicaba, v. 1, n. 3, p. 110-118, maio/jun. 1982.

MARTINS, M. **Efeito do calcário e do gesso em algumas características químicas do solo (Lea, Álico) e na cultura da cana-de-açúcar em região de cerrado**. 2000. 117 p. Tese (Produção Vegetal) - Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal.

MATTIAZO, M. E.; RODELLA, A. A.; GLÓRIA, N. A. da. Decomposição de Bagaço de cana-de-açúcar. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS, 20., 1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBCS, 1992. p. 388-389.

MEDEIROS, P. J. C.; CARVALHO, F. G.; LIMA Jr, M. A. Efeito do esterco de búfalo na acidez de três solos da zona da mata de Pernambuco. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS, 21., 1994, Petrolina. **Anais...** Petrolina: SBCS/EMBRAPA-CPATSA, 1994, p. 201-203.

MEDINA, N.; ALVAREZ, F.; TORRES, W. La fertilizacion fosfórica y el crecimiento y desarrollo de la caña de azucar (*Saccharum sp*) I. Dinâmica del crecimiento em la cepa de caña planta. **Cultivo Tropical**, La Habana, v. 12, n. 1, p. 21-28, 1991.

MORELLI, J. L.; DALBEN, A. E.; ALMEIDA, J. O. C.; DEMATTE, J. L. I. Calcário e gesso na produtividade da cana-de-açúcar e nas características químicas de um Latossolo de textura média álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 187-194, maio/ago. 1992.

NEMA, G. K.; VAIDYA, M. S.; BANGAR, K. S. Response of sugarcane to fertilizer nitrogen and organic manures in black calcareous soils of Madhya Pradesh. **Journal of Soils and Crops**, Madhya Pradesh, v. 5, n. 2, p. 129-132, 1995. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br>>. Acesso em: 12 dez. 2004.

OLIVEIRA, A. P. de. **Efeito do bagaço de cana-de-açúcar associado a adubação nitrogenada sobre a produção de alhos (*Allium sativum* L.) Amarante e Dourados**. 1985. 51 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

OLIVEIRA, P. S. R de. **Posicionamento do fertilizante fosfatado no solo e sua influência sobre o crescimento radicular, produtividade agrícola e características fisiológicas em soqueiras de cana-de-açúcar**. 1999. 88 p. Tese (Doutorado em Agricultura) - Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu.

ORLANDO FILHO, J.; MACEDO, N.; TAKESHI, H. Seja o doutor do seu canavial. POTAFÓS: **Arquivo do Agrônomo**, n. 6, set. 1994. Disponível em: <[www.Potafos.org/ppiweb](http://www.Potafos.org/ppiweb)>. Acesso em> 28 out. 2004.

ORLANDO FILHO, J.; SILVA, G. M. de A. Utilização Agrícola dos Resíduos da Agroindústria Canavieira. In: ORLANDO FILHO, J. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: PLANALSUCAR, 1983. p. 229-264.

ORLANDO FILHO, J.; SILVA, L. C. F.; LAVORENTI, N. A. Adubação fósforo e potássio em cana-de-açúcar cultivada em dois espaçamentos de plantio. **STAB**, Piracicaba, v. 8, n. 5/6, p. 15-21, maio/ago. 1990a.

ORLANDO FILHO, J.; SILVA, L. C. F.; MANOEL, L. A. Fontes de calcário aplicado em área total e sulco de plantio em cana-de-açúcar. **STAB**, Piracicaba, v. 9, n. 1/2, p. 11-16, set./dez. 1990b.

PENATTI, C. P.; BONI, P. S.; CONDE, A. J.; SALATA, J. C. Efeito da aplicação de calcário no sulco de plantio de cana-de-açúcar. **Boletim Técnico Copersucar**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 17-20, nov. 1987.

QUAGGIO, J. A. Reação do solo e seu controle. In: SIMPÓSIO AVANÇADO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação Cargil, 1986. p. 53-89.

RIBEIRO, J. C. G. M. **Fabricação artesanal da cachaça mineira**. Belo Horizonte: Ed. Perform, 1997. 162 p.

ROLIM, J. C. **Influência de corretivos da acidez e do gesso agrícola em propriedades químicas do solo, na nutrição e produção da cana-de-açúcar**. 1995. 116 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

ROSSETTO, R.; FARHAT, M.; FURLAN, R.; GIL, M. A.; SILVA, S. F. Eficiência agrônômica do fosfato natural na cultura da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 8., 2002, Recife. **Anais...** Recife, 2002. p. 276-282.

ROSSETTO, R.; SPIRONELLO, A.; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A. Calagem para a cana-de-açúcar e sua interação com a adubação potássica. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 1, p. 105-119, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 28 out. 2004.

SALES, A. C. Registro de estabelecimento e equipamentos para produção e controle de operação da fábrica de aguardente. In: CARDOSO, M das. G. (Coord.). **Produção de aguardente de cana-de-açúcar**. Lavras: Editora UFLA, 2001. p. 51-112.

SANTOS, L. P. **Efeitos de doses de nitrato de potássio e esterco de curral na composição de substrato para formação de mudas de cafeeiro.** 1993. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

SCHERER, E. E.; WERNER, W. Efeito de esterco bovino em combinação com adubo fosfatado na disponibilidade de P para as plantas. In: : REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS, 21., 1994. Petrolina. **Anais...** Petrolina: SBCS/EMBRAPA-CPATSA, 1994. p. 100-101.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of varience. **Biometrics**, New York, v. 30, n. 3, p. 507-512, Setp. 1974.

SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DE MINAS GERAIS - SEBRAE. **Diagnóstico da cachaça em Minas Gerais;** Sumário Executivo, Belo Horizonte, 2001. 25 p.

SINGH, T.; SINGH, P. N. Effect of integrated nutrient management on soil fertility status and productivity of sugarcane grown under sugarcane based cropping sequence. **Indian journal of sugarcane technology**, Lucknow, India, v. 17, n. 1, p. 53-55, 2002. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br>>. Acesso em: 12 dez. 2004.

SINGH, T.; SINGH, P. N.; YADAV, D. V. Effect of application of fertilizers and manures on sugarcane productivity and soil fertility changes under a sugarcane based cropping system. **Indian journal of sugarcane technology**. Lucknow, India, v. 16, n. 1, p. 1-8, 2001. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br>>. Acesso em: 12 dez. 2004.

SMITH, N. McD. Bagasse trials at bingera. In: CONFERENCE AUSTRALIAN SOCIETY SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 1979, Machay. **Proceedings...** Machay, 1979. p. 95-98.

SNEHAL, J.; ZENDE, N. A.; JOSHI, S. Biofertilizers and organic manures in sugarcane spaced transplanting method ( var. Co 7527). In: ANNUAL CONVENTION OF THE SUGAR TECHNOLOGISTS, 60., 1998, Índia. p. 105-113. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br>>. Acesso em: 27 mar. 2002.

SOARES, W. V.; LOBATO, E.; SOUSA, D. M. G de; REIN, T. A. Avaliação do fosfato natural de Gafsa para recuperação de pastagem degradada em Latossolo Vermelho escuro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 819-825, abr. 2000.

SOBRAL, A. F.; LIMA, S. M. A.; MELO, P. L. P. Efeitos da aplicação de calcário e gesso na produção de cana-de-açúcar e nas características químicas do solo. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASI, 5., 1993, Águas de São Pedro. **Anais...** Piracicaba: STAB, 1993. p. 34-38.

SOBRAL, A. F.; NASCIMENTO, H. P.; GUIMARÃES, V. O. S. Efeitos de sistemas de fertilização em solos arenosos com a cana-de-açúcar na região nordeste. **STAB**, Piracicaba, v. 8, n. 4, p. 22-26, 1989.

VARGAS, J. T. D. **Aplicação de calcário em duas profundidades e seus efeitos no solo e na cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba: ESALQ / USP, 1989. 122 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição Mineral de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

VIANA, A. R.; ANDRADE, L. A. de B.; JUNQUEIRA NETTO, A. Efeito da alagem e tolerância à acidez em cem cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*): Estudo preliminar. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 7, n. 2, p. 205-215, jul./dez. 1983.

VIJAV, K.; VERMA, K. S.; TI: Effect of N, P, K, Zn fertilizers and organic manure on plant and ratoon crops of sugarcane and soil fertility under continuous cropping. In: ANNUAL CONVENTION OF THE SUGAR TECHNOLOGY ASSOCIATION OF INDIA, 63., 2001, Jaipur. **Abstracts...** New Delhi: Sugar Technologists Association of India, 2001. p. 135. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br>>. Acesso em: 12 dez. 2004.

ZOTARELI, E. M. M. **Calagem e gessagem em uma areia Quartzosa cultivada com cana-de-açúcar.** 1992. 73 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

## ANEXOS

ANEXO A	Pag.
<b>TABELA 1A.</b> Resumos das análises de variância para número de colmos aos 40 dias após o plantio e por ocasião da colheita (cana planta) em função das diferentes fontes de adubação. UFLA, Lavras-MG, 2005. ....	<b>74</b>
<b>TABELA 2A.</b> Resumo das análises de variância para número de colmos aos 120 dias após corte da cana planta e por ocasião da colheita (cana soca) em função das diferentes fontes de adubação. UFLA, Lavras-MG, 2005. ....	<b>74</b>
<b>TABELA 3A.</b> Resumo das análises de variância para rendimentos médios de colmos para cana planta e cana soca, em função das diferentes fontes de adubação. UFLA, Lavras-MG, 2005. ...	<b>75</b>
<b>TABELA 4A.</b> Resumo das análises de variância para teores de fibra (%) cana, cana planta e cana soca em função das diferentes fontes de adubação. UFLA, Lavras-MG, 2005. ....	<b>75</b>
<b>TABELA 5A.</b> Resumo das análises de variância para açúcares redutores (%) cana, cana planta e cana soca, em função das diferentes fontes de adubação. UFLA, Lavras-MG, 2005. ....	<b>76</b>
<b>TABELA 6A.</b> Resumo das análises de variância para açúcares totais recuperáveis (%) cana, cana planta e cana soca em função das diferentes fontes de adubação. UFLA, Lavras-MG, 2005. ....	<b>76</b>
<b>TABELA 7A.</b> Resumo das análises de variância para pol (%) cana, cana planta e cana soca em função das diferentes fontes de adubação. UFLA, Lavras-MG, 2005. ....	<b>77</b>

<b>TABELA 8A.</b>	Resumo das análises de variância para pureza (%) cana, cana planta e cana soca em função das diferentes fontes de adubação. UFLA, Lavras-MG, 2005. ....	<b>77</b>
<b>TABELA 9A.</b>	Resumo das análises de variância para rendimentos de caldo (l. t <sup>-1</sup> ) cana planta e cana soca, em função das diferentes fontes de adubação. UFLA, Lavras-MG, 2005. ...	<b>78</b>
<b>TABELA 10A.</b>	Resumo das análises de variância para rendimento de caldo (l. ha <sup>-1</sup> ), cana planta e cana soca, em função das diferentes fontes de adubação. UFLA, Lavras-MG, 2005. ....	<b>78</b>
<b>TABELA 11A.</b>	Resumo das análises de variância para rendimento de aguardente teórica (l. t <sup>-1</sup> ), cana planta e cana soca, em função das diferentes fontes de adubação. UFLA, Lavras-MG, 2005. ....	<b>79</b>
<b>TABELA 12A.</b>	Resumo das análises de variância para rendimento de aguardente teórica (l. ha <sup>-1</sup> ), cana planta e cana soca, em função das diferentes fontes de adubação. UFLA, Lavras-MG, 2005. ....	<b>79</b>
<b>TABELA 13A.</b>	Resumo das análises de variância para rendimento de TPH, cana planta e cana soca, em função das diferentes fontes de adubação. UFLA, Lavras-MG, 2005. ....	<b>80</b>
<b>TABELA 14A.</b>	Teores de brix (%) caldo das amostras de cana-de-açúcar do Bloco I (cana planta e cana soca). . UFLA, Lavras-MG, 2005. ....	<b>80</b>
<b>TABELA 15A.</b>	Teores de brix (%) caldo das amostras de cana-de-açúcar do Bloco II (cana planta e cana soca). . UFLA, Lavras-MG, 2005. ....	<b>81</b>
<b>TABELA 16A.</b>	Teores de brix (%) caldo das amostras de cana-de-açúcar do Bloco III (cana planta e cana soca). UFLA, Lavras-MG, 2005. ....	<b>81</b>

- TABELA 17A.** Teores de brix (%) caldo das amostras de cana-de-açúcar do Bloco IV (cana planta e cana soca). UFLA, Lavras-MG, 2005. .... 82
- TABELA 18A.** Relação entre graus brix (%peso/ peso) e densidade (g/mL a 20° C) de solução de açúcar (sacarose) em água. UFLA, Lavras-MG, 2005. .... 82

**TABELA 1A.** Resumo das análises de variância para número de colmos aos 40 dias após o plantio e por ocasião da colheita (cana planta) em função das diferentes fontes de adubação. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Causas de variação	GL	Quadrado Médio	
		40 dap.	Colheita
Blocos	3	3,9564	0,09
Tratamentos	8	2,3628*	1,4308**
Resíduo	24	0,9557	0,2141
<b>CV (%)</b>		<b>10,01</b>	<b>3,93</b>

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

dap – dias após plantio

**TABELA 2A.** Resumo das análises de variância para o número de colmos aos 120 dias após corte da cana planta e por ocasião da colheita (cana soca) em função das diferentes fontes de adubação. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Causas de variação	GL	Quadrado Médio	
		120 dac.	Colheita
Blocos	3	1,7978	0,1495
Tratamentos	8	4,4906**	2,2815**
Resíduo	24	0,4879	0,2056
<b>CV (%)</b>		<b>5,35</b>	<b>3,86</b>

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

dac – dias após o corte da cana-planta

**TABELA 3A.** Resumo das análises de variância para rendimentos médios de colmos, para cana planta e cana soca, em função das diferentes fontes de adubação. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Causas da variação	GL	Quadrado médio	
		Planta	Soca
Blocos	3	29,9852	4,7927
Tratamentos	8	672,8864**	397,3250**
Resíduo	24	191,5834	102,2018
<b>CV (%)</b>		<b>16,88</b>	<b>12,84</b>

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

**TABELA 4A.** Resumo das análises de variância para teores de fibra (%) cana, cana planta e cana soca, em função das diferentes fontes de adubação. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Causas da variação	GL	Quadrado médio	
		Planta	Soca
Blocos	3	0,1421	0,1832
Tratamentos	8	0,4818*	0,3399
Resíduo	24	0,1542	0,1844
<b>CV (%)</b>		<b>2,94</b>	<b>3,39</b>

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

**TABELA 5A.** Resumo das análises de variância para açúcares redutores (%) cana, cana planta e cana soca, em função das diferentes fontes de adubação. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Causas da variação	GL	Quadrado médio	
		Planta	Soca
Blocos	3	0,0008	0,0002
Tratamentos	8	0,0028	0,0006
Resíduo	24	0,002	0,0004
<b>CV (%)</b>		<b>12,88</b>	<b>5,43</b>

**TABELA 6A.** Resumo das análises de variância para açúcares totais recuperáveis (%) cana, cana planta e cana soca, em função das diferentes fontes de adubação. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Causas da variação	GL	Quadrado médio	
		Planta	Soca
Blocos	3	5,0161	7,3848
Tratamentos	8	18,7198	9,1121
Resíduo	24	13,5059	18,1303
<b>CV (%)</b>		<b>2,22</b>	<b>2,68</b>

**TABELA 7A.** Resumo das análises de variância para pol (%) cana, cana planta e cana soca, em função das diferentes fontes de adubação. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Causas da variação	GL	Quadrado médio	
		Planta	Soca
Blocos	3	0,0723	0,0936
Tratamentos	8	0,2501	0,1128
Resíduo	24	0,1856	0,2247
<b>CV (%)</b>		<b>2,46</b>	<b>2,83</b>

**TABELA 8A.** Resumo das análises de variância para pureza (%) cana, cana planta e cana soca, em função das diferentes fontes de adubação. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Causas da variação	GL	Quadrado médio	
		Planta	Soca
Blocos	3	1,4211	0,2994
Tratamentos	8	2,4264	0,2408
Resíduo	24	2,4001	0,5421
<b>CV (%)</b>		<b>1,73</b>	<b>0,83</b>

**TABELA 9A.** Resumo das análises de variância para rendimento de caldo, (l. t<sup>-1</sup>) cana planta e cana soca, em função das diferentes fontes de adubação. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Causas da variação	GL	Quadrado médio	
		Planta	Soca
Blocos	3	599,7243	547,0320
Tratamentos	8	314,7488	650,4402
Resíduo	24	277,1145	852,5295
<b>CV (%)</b>		<b>3,17</b>	<b>5,59</b>

**TABELA 10A.** Resumo das análises de variância para rendimentos de caldo (l. ha<sup>-1</sup>), cana planta e cana soca, em função das diferentes fontes de adubação. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Causas da variação	GL	Quadrado médio	
		Planta	Soca
Blocos	3	5625860,1059	12231941,9797
Tratamentos	8	206359376,9044**	133255052,0569**
Resíduo	24	55224987,1109	40639896,2017
<b>CV (%)</b>		<b>17,25</b>	<b>15,38</b>

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

**TABELA 11A.** Resumo das análises de variância para rendimento de aguardente teórica ( $l. t^{-1}$ ), cana planta e cana soca, em função das diferentes fontes de adubação. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Causas da variação	GL	Quadrado médio	
		Planta	Soca
Blocos	3	36,0108	31,4678
Tratamentos	8	21,5041	25,6376
Resíduo	24	15,1811	41,3623
<b>CV (%)</b>		<b>3,43</b>	<b>5,99</b>

**TABELA 12A.** Resumo das análises de variância para rendimento de aguardente teórica ( $l. ha^{-1}$ ) cana planta e cana soca, em função das diferentes fontes de adubação. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Causas da variação	GL	Quadrado médio	
		Planta	Soca
Blocos	3	260952,2933	653960,3107
Tratamentos	8	78591848,9630**	5435188,8761**
Resíduo	24	2546395,8460	1815778,4813
<b>CV (%)</b>		<b>17,11</b>	<b>15,81</b>

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

**TABELA 13A.** Resumo das análises de variância para TPH cana planta e cana soca, em função das diferentes fontes de adubação. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Causas da variação	GL	Quadrado médio	
		Planta	Soca
Blocos	3	1,1307	0,2925
Tratamentos	8	20,3699*	11,0175
Resíduo	24	6,1544	3,3121
<b>CV (%)</b>		<b>17,30</b>	<b>13,79</b>

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

**TABELA 14A.** Teores de bríx (%) caldo das amostras de cana-de-açúcar do Bloco I (cana planta e cana soca). UFLA, Lavras-MG, 2005.

Tratamentos	Teor de bríx (%) caldo	
	Cana planta	Cana soca
C + F+ adubação Química	22,8	21,1
F + adubação Química	22,6	21,2
C + adubação Química	22,8	21,0
C + F + adubação Química + esterco de curral	23,4	22,1
C + F + esterco de curral	23,0	21,5
C + F + adubação Química + esterco de galinha	22,6	21,4
C + F + esterco de galinha	22,3	22,1
C + F + adubação Química + bagaço	22,2	22,1
C + F + bagaço	22,3	21,7

C – Calagem / F – Fosfato reativo

**TABELA 15 A.** Teores de brix (%) caldo das amostras de cana-de-açúcar do Bloco II (cana planta e cana soca). UFLA, Lavras-MG, 2005.

Tratamentos	Teor de brix (%) caldo	
	Cana planta	Cana soca
C + F+ adubação Química	22,8	22,0
F + adubação Química	22,5	21,7
C + adubação Química	22,5	21,9
C + F + adubação Química + esterco de curral	22,7	21,5
C + F + esterco de curral	22,2	21,9
C + F + adubação Química + esterco de galinha	22,5	21,1
C + F + esterco de galinha	22,7	21,6
C + F + adubação Química + bagaço	22,7	21,8
C + F + bagaço	23,1	21,7

C – Calagem / F – Fosfato reativo

**TABELA 16A.** Teores de brix (%) caldo das amostras de cana-de-açúcar do Bloco III (cana planta e cana soca). UFLA, Lavras-MG, 2005.

Tratamentos	Teor de brix (%) caldo	
	Cana planta	Cana soca
C + F+ adubação Química	22,7	21,5
F + adubação Química	22,5	21,3
C + adubação Química	22,9	21,4
C + F + adubação Química + esterco de curral	23,0	22,4
C + F + esterco de curral	22,4	21,2
C + F + adubação Química + esterco de galinha	22,5	21,8
C + F + esterco de galinha	22,7	20,8
C + F + adubação Química + bagaço	22,3	21,3
C + F + bagaço	22,3	21,7

C – Calagem / F – Fosfato reativo

**TABELA 17A.** Teores de brix (%) caldo das amostras de cana-de-açúcar do Bloco IV (cana planta e cana soca). UFLA, Lavras-MG, 2005.

Tratamentos	Teor de brix (%) caldo	
	Cana planta	Cana soca
C + F+ adubação Química	22,6	22,1
F + adubação Química	22,7	21,2
C + adubação Química	22,1	22,2
C + F + adubação Química + esterco de curral	23,0	21,2
C + F + esterco de curral	22,7	21,5
C + F + adubação Química + esterco de galinha	22,6	20,8
C + F + esterco de galinha	22,6	21,7
C + F + adubação Química + bagaço	22,5	22,0
C + F + bagaço	22,6	21,7

C – Calagem / F – Fosfato reativo.

**TABELA 18A.** Relação entre graus brix (%peso/ peso) e densidade (g/mL a 20° C) de solução de açúcar (sacarose) em água utilizados no cálculo de rendimento de aguardente teórica. UFLA, Lavras-MG, 2005

Graus Brix (% p/ p)	Densidade (g / mL)
19,0	1,0785
19,5	1,0807
20,0	1,0830
20,5	1,0852
21,0	1,0874
21,5	1,0897
22,0	1,0910
22,5	1,0942
23,0	1,0965
23,5	1,0987
24,0	1,1011
24,5	1,1032
25,0	1,1054

Obs: para valores de brix intermediários aos apresentados na tabela foram feitas interpolações.