

**POTENCIAL FORRAGEIRO DE  
CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR  
SUBMETIDAS À ADUBAÇÃO ORGÂNICA E  
QUÍMICA, EM DUAS ÉPOCAS DE CORTE**

**ANTÔNIO JOSÉ ARANTES MEIRELLES**

**2009**

**ANTÔNIO JOSÉ ARANTES MEIRELLES**

**POTENCIAL FORRAGEIRO DE CULTIVARES DE CANA-DE-  
AÇÚCAR SUBMETIDAS À ADUBAÇÃO ORGÂNICA E QUÍMICA, EM  
DUAS ÉPOCAS DE CORTE**

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

Orientador  
Dr. Luiz Antônio de Bastos Andrade

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2009

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

Meirelles, Antônio José Arantes

Potencial forrageiro de cultivares de cana-de-açúcar submetidas à adubação orgânica e química, em duas épocas de corte. / Antônio José Arantes Meirelles. - Lavras: UFLA, 2009.

74 p.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Luiz Antônio de Bastos Andrade.

Bibliografia.

1. Cana-de-açúcar. 2. Potencial forrageiro. 3. Cultivares. 4. Adubação. 5. Épocas de corte. 6. Sul de Minas Gerais. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.61  
633.61891

**ANTÔNIO JOSÉ ARANTES MEIRELLES**

**POTENCIAL FORRAGEIRO DE CULTIVARES DE CANA-DE-  
AÇÚCAR SUBMETIDAS À ADUBAÇÃO ORGÂNICA E QUÍMICA, EM  
DUAS ÉPOCAS DE CORTE**

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

APROVADA em 17 de agosto de 2009.

Prof. Dr. Antônio Ricardo Evangelista	UFLA
Prof. Dr. Gabriel José de Carvalho	UFLA
Pesquisador Dr. Moisés de Souza Reis	Epamig
Prof. Dr. Élberis Pereira Botrel	UFLA

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

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL

*Ao agricultor, pessoa com as mãos calejadas pela labuta sem fim, com a face coberta de rugas pelo sol a castigar sua pele, mas que carrega, em seu mais profundo íntimo, a dignidade de uma existência construída no trabalho honesto da terra,*

**DEDICO**

### **OFEREÇO**

*À família rural brasileira, à qual tenho muito orgulho de pertencer e que, no decorrer de anos, vem enfrentando diversas e árduas batalhas, mas que continua firme no seu propósito de trabalho para a prosperidade desta nação.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus.

A Ana Cristina e João Gabriel, pelo carinho, compreensão, apoio, amizade e amor dedicados neste período.

Aos grandes amigos e incentivadores, José Augusto e Dra. Ângela, pela grande colaboração, durante todo esse período, assim como toda a família, especialmente Marcos, Juliana e Sandro.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade de uma excelente formação acadêmica e, principalmente, pela formação como ser humano.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. Luiz Antônio de Bastos Andrade, pelo apoio, orientação e amizade.

Aos professores e pesquisadores da banca examinadora, pela colaboração nesta jornada.

A Nancy, Hélio, Luzia Helena e Kiko, pela ajuda em momentos tão difíceis.

Ao padrinho Vavá, Tia Maria e Evandro, por acreditarem, quando nem mesmo eu achava que fosse possível.

Ao tio Edmundo, tia Cida e familiares, pela disponibilidade da acolhida e pelo apoio nesse período.

Aos familiares, que sempre estiveram dispostos a colaborar com essa missão tão difícil.

Ao professor José Abílio Patto Guimarães e família, pelo apoio, orientações e amizade durante todo o período de formação acadêmica.

Ao professor José Eduardo Brasil Pereira Pinto, pela amizade, exemplo e confiança durante este período.

À professora Dra. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva, que abriu as portas para o longo caminho do conhecimento.

Ao prof. Dr. Carlos Alberto Silva, pela preciosa colaboração no estudo da matéria orgânica.

Ao prof. Dr. Daniel Furtado Ferreira, pelo auxílio e orientações na parte estatística.

Aos professores Márcio Gomide, Luciano Paiva, Itamar, Pedro, Moacir Pasqual, Alfredo, Gudesteu, Vagner, Renzo, Maluf, Edílson e Marco Antônio, pela vivência, amizade e conselhos nos momentos de angústia.

Aos funcionários do Departamento de Agricultura, especialmente Marly e Neusy.

À cachaçaria João Mendes, na pessoa do Sr. João Mendes, que forneceu uma parte do material propagativo, sem o qual não seria possível este trabalho.

Ao IAC-APTA-Centro de Cana, na pessoa dos pesquisadores Ivan, Júlio César, Daniel e Marcos Landell, pela preciosa colaboração.

Ao Dr. Guilherme Junqueira Maciel, da Fazenda Quilombo, por fornecer os dados pluviométricos.

Aos colaboradores que participaram ativamente na execução do campo experimental, de maneira muito especial ao Tião, Carola e Sr. João Bolinha.

Aos colegas e amigos do curso.

Aos clientes que acreditaram no trabalho a ser realizado e forneceram recursos financeiros para a concretização deste curso.

Aos amigos e amigas, que sempre me incentivaram na busca de horizontes mais distantes.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT .....	ii
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	3
2.1 Cana para forragem.....	3
2.2 Cultivares para uso forrageiro.....	9
2.3 Nutrição da cana-de-açúcar .....	13
2.3.1 Quantidades de nutrientes exigidos e respostas à adubação química.....	15
2.3.2 Adubação orgânica .....	22
2.4 Épocas de corte.....	25
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1 Características da área experimental.....	30
3.2 Delineamento experimental, tratamentos e parcelas.....	33
3.3 Instalação e condução do experimento.....	34
3.4 Características estudadas .....	35
3.4.1 Número de colmos por metro .....	35
3.4.2 Diâmetro e comprimento médio de colmos.....	36
3.4.3 Rendimentos médios de colmos - % e TCH.....	36
3.4.4 Rendimento médio de matéria seca (tMS/ha).....	36
3.4.5 Parâmetros bromatológicos.....	37
3.5 Análises estatísticas.....	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.1 Parâmetros biométricos.....	38
4.1.1 Diâmetro dos colmos .....	37
4.1.2 Comprimento dos colmos.....	40
4.1.3 Número médio de colmos por metro linear.....	42
4.2 Parâmetros de produção.....	44
4.2.1 TCH – Tonelada de Cana por Hectare .....	43
4.2.2 tMS/ha – tonelada de Matéria Seca por hectare.....	47
4.2.3 Porcentagem de colmos.....	49
4.3 Parâmetros bromatológicos.....	51
4.3.1 Porcentagem de proteína bruta (% PB).....	51
4.3.2 Porcentagem de extrato etéreo (%EE).....	53
4.3.3 Porcentagem de fibra (% Fibra).....	54
5 CONCLUSÕES.....	56
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

## RESUMO

MEIRELLES, Antônio José Arantes. **Potencial forrageiro de cultivares de cana-de-açúcar submetidas à adubação orgânica e química, em duas épocas de corte.** 2009. 74 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.<sup>1</sup>

A cultura da cana-de-açúcar é de grande importância para o Brasil, tendo como principais produtos a energia e o açúcar, sendo também utilizadas para outros fins, como a alimentação animal. O sul do estado de Minas Gerais é uma importante bacia leiteira no Brasil e necessita de alternativas para a alimentação dos animais durante o período seco. Para a máxima expressão do seu potencial como cultura na região, torna-se necessário ajustar os fatores de produção da cultura à região produtora. Com isso, objetivou-se com a realização deste trabalho, avaliar cultivares de cana-de-açúcar submetidas a diferentes adubações e épocas de colheita. O experimento foi instalado em condição de cana-de-ano, na Fazenda do Fumal, município de Baependi, em um Latossolo Vermelho Distrófico. Aos 266 dias após plantio (DAP) ocorreu severa geada. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas com três repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco cultivares (IAC86-2480, IAC93-3046, RB72454, SP79-1011 e SP80-1842), três tipos de adubações (mineral, orgânica e orgânica mais mineral) e duas épocas de colheita (agosto e outubro). Dos colmos foram avaliados o diâmetro, o comprimento, o número por metro linear e as porcentagens de proteína bruta, extrato etéreo e fibras. Também foram avaliados os rendimentos de colmos e matéria seca por hectare, além da porcentagem de colmos. Os resultados demonstraram a ocorrência de efeitos significativos entre as cultivares, as adubações e as épocas de corte, para os parâmetros avaliados. Entretanto, a maior produtividade de colmos e de matéria seca por hectare foi proporcionada pelas adubações orgânica e orgânica associada à mineral, para as cultivares RB72454 e SP80-1842 e não houve efeito das épocas de corte nos rendimentos desses parâmetros.

---

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

## ABSTRACT

MEIRELLES, Antônio José Arantes. **Forage potential of sugarcane cultivars submitted to organic and chemical fertilizers in two harvesting times.** 2009. 74 p. Tese (Doctor in Crop Science) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.<sup>2</sup>

The sugarcane cultivation is of great importance to Brazil. It has, as main products, energy and sugar, being also used for other purposes, such as feed. The south of Minas Gerais state is an important milking basin in Brazil and it needs feeding alternatives for the animals during the dry season. To express its maximum potential as cultivation in the worked area, it is necessary to adjust its production factors and its producing area. The objective of the present work is to evaluate the cultivars of sugarcane submitted to different fertilizers and harvesting times. The experiment was installed in a twelve month cane under condition, in Fumal Farm, Baependi-MG, in a Typic Red Hapludox and in 266 DAP (days after planting) a severe frost happened. The experimental outlining was of randomized blocks in a scheme of sub-subdivided portions with three repetitions. The treatments were constituted by five cultivars (IAC86-2480, IAC93-3046, RB72454, SP79-1011 and SP80-1842), three types of fertilization (mineral, organic and organic plus mineral) and two harvesting times (August and October). The diameter, the length, the number per lineal meter of furrow and the percentages of crude protein, ethereal extract and fibers of the stems were evaluated. The yields of stems per hectare, dry matter per hectare and the percentage of stems were also evaluated. The results demonstrated the occurrence of significant effects among the cultivars, the fertilization processes and the harvesting times for the evaluated parameters. However the largest productivity of stems and dry matter per hectare was provided by the organic and organic associated to mineral fertilization processes, cultivars RB72454 and SP80-1842 and the harvesting times didn't cause any effects in the yields of these parameters.

---

<sup>2</sup> Adviser: Prof. Dr. Luiz Antônio de Bastos Andrade – UFLA.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) tem grande relevância no contexto do agronegócio nacional, sendo utilizada, principalmente, como fonte de energia renovável e produção de açúcar, assim como para a produção de forragem para os animais, cachaça, açúcar mascavo, rapadura, melado, além de outros subprodutos.

O Brasil se destaca como um grande “player” mundial no setor sucroalcooleiro, sendo responsável por, aproximadamente, 30% da produção de cana-de-açúcar e da área cultivada com essa cultura no mundo. Na safra de 2007/2008, obteve colheita superior a 547 milhões de toneladas, com crescimento 15% superior à safra passada e área cultivada de 6,92 milhões de hectares, com destaque para a região centro-sul (Agrianual, 2008).

Com um rebanho bovino de 169,8 milhões de cabeças em 2008 (Anualpec, 2008), o Brasil necessita de alternativas para a alimentação desses animais, principalmente em épocas nas quais ocorre escassez de forragem. A cana-de-açúcar é um componente forrageiro de uso preferencial pelos pecuaristas por apresentar as seguintes características: excelente produção de matéria verde e de matéria seca, é uma cultura persistente e está disponível para a colheita no período seco, quando ocorre escassez de forragem. Estima-se que 10% da produção brasileira de cana-de-açúcar tenha como destino a alimentação animal (Landell et al., 2002).

Para expressar o máximo potencial como planta forrageira, a cana-de-açúcar depende de diversos fatores de produção, como cultivar escolhida, fertilidade do solo, condições climáticas, práticas culturais e controle de pragas, entre outros.

Atualmente, a pesquisa científica relacionada à cana-de-açúcar contempla, principalmente, o seu uso industrial e o cultivo em grandes áreas

contínuas, com investimentos elevados em tecnologia de produção, inclusive em maquinários. Os resultados dessas pesquisas, na maioria das vezes, não atendem às expectativas das pequenas propriedades leiteiras em regiões onde a cultura não tem expressão para fins industriais.

Torna-se, dessa forma, oportuno e necessário modelar uma tecnologia de condução da cultura que obtenha o máximo de produtividade com o mínimo de recursos, utilizando cultivares mais adaptadas e o uso de esterco de curral, subproduto da atividade leiteira e disponível na pequena propriedade.

Com a realização deste trabalho, objetivou-se realizar a avaliação do potencial forrageiro de cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) submetidas à adubação orgânica e/ou química, em duas épocas de corte.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Cana para forragem

A falta de fornecimento de uma dieta equilibrada para os animais é a principal causa da baixa produtividade da pecuária nacional. Quando os animais são mantidos em pastagens e não são suplementados durante a época seca, sofrem um retardamento no seu desenvolvimento, diminuindo os índices de produtividade, proporcionando perdas financeiras e, muitas vezes, comprometendo a atividade rural (Landell et al., 2002).

A utilização da cana-de-açúcar para alimentação dos animais, embora conhecida e utilizada há bastante tempo, atualmente tem se mostrado de grande importância, principalmente por fornecer um alimento eficiente e de baixo custo, mesmo com as limitações técnicas existentes quanto ao seu uso.

Landell et al. (2002) estimaram produção em torno de 30 milhões de toneladas de forragem verde, para uma área de cultivo de 5,5 milhões de hectares com a cultura, o que seria suficiente para suplementar 15 milhões de bovinos durante 150 dias ao ano.

A partir dos dados da área cultivada na safra de 2007/2008 (Agrianual, 2008), pode-se estimar uma produção próxima de 38 milhões de toneladas de forragem verde, o que seria suficiente para suplementar 19 milhões de bovinos durante 150 dias ao ano.

Atualmente, a cana-de-açúcar tem se tornado um volumoso de uso preferencial entre os pecuaristas, por apresentar características, como a possibilidade de conservação mediante silagem e de vários cortes a partir de um plantio, além do grande rendimento obtido nas condições brasileiras (Landell et al., 2002).

Apesar de escassas estatísticas sobre a real contribuição da cana-de-açúcar para a alimentação animal, observaram-se grande disseminação e

popularidade da mesma em áreas de exploração de rebanho bovino leiteiro (Costa Júnior et al., 1982).

A cana-de-açúcar como forragem, ao que tudo indica, foi uma das primeiras plantas empregadas como recurso forrageiro na alimentação suplementar de animais (Faria, 1993). Ela constitui uma alternativa forrageira que pode ser cultivada em toda a extensão territorial do país, sendo adequada tanto para grandes produtores, que utilizam mecanização, como para os pequenos produtores, em pequenas áreas, que cultivam a cana-de-açúcar manualmente ou com o auxílio da tração animal (Nicolaiewsky et al., 1992).

Para se estabelecer-se como uma cultura forrageira importante, o ideal é que o canavial seja cultivado como aquele destinado à indústria do açúcar e do álcool, sendo importante um bom “stand” e cultivares adequadas que, além de boas características agronômicas, possuam elevados teores de açúcares (Silva, 1993). Só assim a cana-de-açúcar poderá atender às especificações de uma cultura forrageira com capacidade de fornecer grande quantidade de energia por unidade de área, com um corte a cada ano agrícola (Faria, 1993).

Nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, nenhuma cultura tem sido capaz de competir com a cana-de-açúcar, em termos de produção de energia por área cultivada (Peixoto, 1986). Quando utilizada como recurso alimentar, pode produzir cerca de 30 toneladas de matéria seca por hectare/ano, revelando-se com grande potencial para utilização como alimento suplementar na alimentação de bovinos (Boin, 1985). Aproveitando-se os colmos triturados e as pontas, alcança produtividades de 10 a 20 toneladas de nutrientes digestíveis totais (NDT) por hectare, em confronto com a mandioca, o sorgo e o milho, que quase não chegam a atingir três toneladas (Preston & Willis, 1974). Seu cultivo relativamente fácil, a coincidência da safra com o período de escassez de forragens verdes nos pastos, a manutenção da qualidade nutritiva por longo espaço de tempo a partir do início da maturação e a grande aceitação pelos

animais, em geral, constituem razões suficientes para explicar a grande utilização da cana-de-açúcar como alimento para a pecuária nos trópicos, notadamente para os ruminantes (Peixoto, 1986).

Entre as gramíneas tropicais utilizadas como forragem, a cana-de-açúcar é a que apresenta maior potencial de produção de matéria seca e energia por unidade de área em um único corte. Este fato a coloca como uma forrageira de destaque na alimentação animal (Boin, 1985).

Enquanto a cana-de-açúcar alcança 36 toneladas de MS/ha/ano (Carvalho et al., 1993), o milho atinge 18 toneladas de MS/ha/ano (Costa, 1997) e o sorgo chega a 14 toneladas de MS/ha/ano (Valente et al, 1984). Capins como braquiarião, coast-cross, tifton e tanzânia produzem em torno de 20 toneladas de MS/ha/ano (Restle & Andrade, 1998).

Uma boa produtividade média de um canavial encontra-se na faixa de 80 a 120 toneladas de matéria verde por hectare (20 a 30 toneladas de massa seca por hectare), com tendência de diminuição da produtividade na sequência dos cortes. Como exemplo, um canavial com produtividade de 130 toneladas no primeiro corte apresentaria cerca de 110 toneladas no segundo, 95 toneladas no terceiro, 85 toneladas no quarto e 80 toneladas de matéria verde no quinto corte (Oliveira, 1999).

A partir dos parâmetros biométricos, é possível realizar o cálculo da tonelada de cana estimada por hectare (TCH<sub>e</sub>), sendo esses parâmetros importantes para o trabalho de melhoramento genético, tanto para estabelecer os cruzamentos visando à maximização da produtividade quanto nas fases de seleção, permitindo a realização de estimativas do potencial de produção de novas variedades, sem a destruição do material (Vasconcelos, 1998).

Magalhães (1987) relatou que as características genéticas de cada cultivar definem o diâmetro e número de colmos por planta, assim como a altura, a arquitetura foliar, o comprimento e a largura das folhas. O clima e o

manejo cultural exercem também ampla influência na expressão desses caracteres.

A composição bromatológica da cana-de-açúcar é bastante variável torna-se importante em face dos novos conceitos sobre as características desejáveis da planta e seu valor nutritivo. Segundo Nussio et al. (2006), de maneira geral, uma célula de cana-de-açúcar apresenta 55% de parede celular e 45% de conteúdo celular, com 40% e 90% de digestibilidade, respectivamente. A composição média da cana-de-açúcar é de 26% a 34% de MS, de 2,5% a 3,5% de PB, de 52% a 57% de FDN, de 2,5% a 5,5% de cinzas e de 56% a 63% de NDT. De acordo com Peixoto (1986), cultivares com menor teor de fibra (FDN) e lignina possibilitaram um maior consumo de açúcar do que aquelas com maior teor de fibra, sendo importante conhecer a relação fibra/açúcar adequada para a alimentação de ruminantes.

Preston (1982) destacou os baixos níveis de proteína bruta e de minerais na matéria seca. Uma grande vantagem da cana-de-açúcar em relação às outras culturas forrageiras é seu poder de produzir maior quantidade de carboidratos disponíveis, quando comparada à outra cultura perene (Buitrago et al., 1977).

Outra característica interessante da cultura é o aumento do seu valor nutritivo com o aumento da sua maturação. Moreira (1983) destacou que a manutenção praticamente constante do seu valor nutricional, durante a época de utilização, é uma característica que não se encontra em outras forrageiras. Banda & Valdez (1976), já haviam mencionado que, com o avanço da maturação da planta, ocorrem decréscimo nos teores de nitrogênio e de proteína bruta dos constituintes da parede celular e aumento dos teores de matéria seca e conteúdo celular. O aumento do teor de conteúdo celular, à medida que a planta vai atingindo a maturação, é o resultado do acúmulo de sacarose e isso proporciona a diluição dos constituintes da parede celular, levando a um aumento da digestibilidade da planta com a sua maturação (Kung Jr. & Stanley, 1982).

Corsi & Faria (1986) verificaram que o valor nutritivo da cana-de-açúcar se mantém constante com a maturação, sendo observado um ligeiro aumento na digestibilidade devido ao acúmulo de açúcares (sacarose) no final do ciclo.

Rodrigues et al. (1997) obtiveram valores de 75,5% e 51,4%, para digestibilidade da matéria seca, de colmos e folhas, respectivamente. Isso demonstra que os colmos são mais digestíveis que as folhas, principalmente em função do acúmulo de açúcares (Oliveira, 1999).

Na forragem verde de cana-de-açúcar, cerca de 78,7% do peso total refere-se aos colmos, 9,5% às pontas, 6,4% às folhas verdes laterais, 3,1% às folhas secas e 2,3 % às bainhas. Já na forragem seca, cerca de 76 % são colmos, 7,8% são pontas, 6,7% são folhas verdes, 7,3% são folhas secas e 2,2% são bainhas das folhas (Rodrigues et al., 1997).

Carvalho et al. (1993), estudando a digestibilidade de cinco cultivares de cana-de-açúcar em diferentes épocas de corte, concluíram que o valor nutritivo e a digestibilidade “in vitro” da matéria seca aumentaram com o avanço da maturação, sendo a época de junho a setembro a mais indicada para a utilização da cana-de-açúcar na alimentação de bovinos, na região onde o trabalho foi conduzido.

A cana-de-açúcar é um alimento caracterizado por apresentar dois componentes em maiores proporções: açúcares e material fibroso. A utilização desses materiais é diferente, isto é, enquanto os açúcares são rapidamente fermentados no rúmen e de fácil aproveitamento pelo animal, o material fibroso é utilizado lentamente (Preston & Leng, 1980). Devido ao acúmulo desse material fibroso de baixa degradação no rúmen, ocorre baixo consumo pelo animal, o que está relacionado à maturação e à cultivar utilizada.

Embora apresente excelentes vantagens agronômicas e ser preferida por muitos produtores, principalmente pelo fato de permitir a redução do custo de produção de leite durante a seca, a cana-de-açúcar destinada à produção de

ferragem ainda pouco utilizada pelo setor produtivo. Não existe um único motivo, mas são claras as evidências de erros de manejo. Apesar de apresentar limitações nutricionais e baixo consumo voluntário, existem soluções simplificadas e efetivas para corrigir tais dificuldades (Nussio & Ponchio, 2004).

O conteúdo de fibra está diretamente relacionado à capacidade de ingestão de alimento pelo animal. Quanto maior o teor de fibra e menor a digestibilidade da fração fibrosa, menor será o consumo. Atualmente, tem sido demonstrado que a fração de açúcares solúveis é que contribui com a maior parte da energia que o animal obtém deste alimento; assim, é importante conhecer a qualidade da cana que será fornecida aos animais, em função de conteúdo de fibra, conteúdo de açúcar e relação fibra:açúcar (Landell et al., 2002).

Os principais fatores que afetam a qualidade da cana-de-açúcar para a produção de ferragem são: cultivar e idade da planta. Quanto mais madura, menor será a fibra e maior será o teor de açúcar. Quando o período de chuvas reinicia-se, há uma diminuição no teor de açúcares, com a cana-de-açúcar apresentando um valor nutritivo menor (Landell et al., 2002).

Torres et al. (1991) trabalharam com dois grupos de vacas leiteiras, dos quais um foi suplementado diariamente com 15 kg/dia de cana-de-açúcar, ureia e sulfato de cálcio e outro foi mantido apenas na pastagem de capim braquiária (*Brachiaria decumbens*). Estes autores observaram que a suplementação manteve a produção de leite das vacas durante todo o período seco do ano, diminuiu a perda de peso em relação aos animais não suplementados, além de esses animais apresentarem melhor desempenho reprodutivo, com intervalo entre partos de, aproximadamente, 12 meses.

Pitombo (1993) menciona que o uso de cana-de-açúcar, associada à ureia, é de fundamental importância, uma vez que, em relação à silagem de milho, pode-se reduzir o custo da alimentação em, aproximadamente, 52,6%,

conseguindo melhor eficiência reprodutiva, além de lactações mais persistentes. Campos & Lizieire (1993) ressaltaram que, durante a estação seca, com menor crescimento das plantas, torna-se necessário o uso de volumoso suplementar, como, por exemplo, cana-de-açúcar picada e misturada com ureia, a fim de suprir as necessidades de manutenção e produção leiteira em 5 kg/dia/vaca.

## **2.2 Cultivares para uso forrageiro**

No passado, uma determinada cultivar era considerada forrageira se atendesse, principalmente, às características agronômicas (elevada produção de matéria verde e matéria seca, pouca fibra, ausência de joçal). Atualmente, a maioria dessas características ainda pode ser utilizada como critério na seleção de cultivares específicas para uso forrageiro, entretanto, a nova conceituação de “cana forrageira ideal” é aquela que mais se aproxima da cultivar industrial (Silva, 1993; Faria, 1993; Oliveira, 1999).

Oliveira (1999) recomenda que a opção de cultivares deverá estar relacionada com o planejamento da colheita, que é função do estágio de crescimento, da maturação e das demais características da cana-de-açúcar, visando sempre obter um bom rendimento durante toda a safra.

O conceito de que as melhores cultivares de cana-de-açúcar forrageira seriam aquelas que apresentassem alta proporção de folhas e palmitos em relação à massa verde total (Boin et al., 1987) não tem hoje mais sustentação. Rodrigues et al. (1997) colocaram, como fator principal na escolha de uma cultivar de cana-de-açúcar para fins forrageiro, o seu teor em açúcar. Portanto, os fatores mais importantes para a seleção de uma cultivar forrageira seriam o teor em açúcar, a produção de forragem (MS) e o teor de fibra (FDN).

Rodrigues et al. (1997) mostraram, inicialmente, que a relação fibra/açúcar variava de 2,3 a 3,4. Posteriormente, verificaram uma variação mais larga de 2,88 a 4,14 para a relação FDN:POL como sendo a ideal. Neste mesmo

trabalho, observaram que as melhores cultivares foram a IAC 86-2480, RB 83-5486 e RB 72-454, com relação de 2,88, 2,93 e 3,31, respectivamente..

Outros fatores desejáveis são: porte ereto da touceira, uniformidade biométrica dos colmos, período de utilização mais longo, resistência às pragas e doenças e despalha espontânea (Peixoto, 1986 e Silva, 1993).

De acordo com Oliveira (1999) e Landell et al. (2002), são características desejáveis numa variedade de cana-de-açúcar a ser utilizada como forragem: alta produção de matéria seca por área, colmos longos, resistência a pragas e doenças, bom perfilhamento, ausência de florescimento, boa brotação e fechamento rápido das entrelinhas, resistência ao estresse hídrico, altos teores de sacarose, baixo teor de fibra, resistência ao tombamento e porte ereto, baixa exigência em fertilidade do solo, facilidade de despalha e ausência de joçal.

Oliveira (1999) menciona que uma variedade forrageira deve apresentar a porcentagem de FDN menor que 52, a relação FDN/BRIX menor ou igual a 2,7 e porcentagem de colmos maior que 80%.

Landell et al. (2002) citam a escolha da cultivar como um dos principais fatores que afetam a qualidade da cana-de-açúcar como volumoso para bovinos, isto em função da variação na composição química, existindo variações consideráveis no teor de matéria seca, FDN, lignina e açúcares totais.

No início do século passado, as cultivares de cana-de-açúcar mais utilizadas para forragem foram: Taquara, Ubá, Kavangire e Kassoer, sendo a primeira a mais empregada. Essas persistiram até o final da década de 1950 e deixaram de ser cultivadas devido à obrigatoriedade de erradicação pela suscetibilidade delas ao “carvão” (Peixoto, 1986).

A partir daí, o IAC começou a fazer recomendações de novas cultivares que atendiam ao uso forrageiro. Duas cultivares vieram a se destacar como típicas forrageiras nesta nova fase: IAC36-25 e Co413. Com o posterior desenvolvimento da pesquisa, duas outras cultivares passaram a ser indicadas, a

IAC48-65, recomendada desde 1964 e a IAC64-257. As pesquisas da Planalsulcar indicaram a cultivar RB 735275, que foi eliminada dos cultivos após 1987, devido à sua extrema sensibilidade à ferrugem. As pesquisas da Copersucar indicaram a SP70-1143 com potencial muito semelhante ao da RB735275 e da SP71-1081 (Landell et al., 2002).

Atualmente, a recomendação do IAC para fins de produção de forragem é a cultivar IAC86-2480, que é um híbrido interespecífico resultante de cruzamento realizado em 1986, envolvendo o parental US71-399, que recebeu pólen de variedade desconhecida, tendo sua seleção inicial em Ribeirão Preto, em solos caracterizados como Latossolos. Essa cultivar mostrou-se de boa produtividade agrícola e ótimas características tecnológicas, com boa adaptação às condições de cultivo dessa região, caracterizando-se, no entanto, como exigente em fertilidade do solo. Apresentou também longo período de utilização industrial e/ou forrageiro entre os meses de maio a outubro. Outras características favoráveis referem-se à alta resistência ao acamamento e ao hábito de crescimento ereto, associado à ausência de florescimento nas latitudes testadas (Landell et al., 2002)

Segundo Rodrigues et al. (2002), mesmo produzindo 10% menos que a RB72454, a cultivar IAC 86-2480 se torna mais viável pelo fato de apresentar 18% mais de eficiência, no que tange ao índice de conversão alimentar. Além disso, essa cultivar também possui outras características desejáveis, tais como porte ereto e despalha espontânea, o que aumenta a eficiência do corte manual em até 20% em relação a outras variedades, reduzindo seu custo operacional. Em relação à resistência a pragas e a doenças, a cultivar IAC86-2480 apresenta resistência ao carvão, mosaico, escaldadura e podridão-do-colmo. É intermediária à ferrugem, a nematoides e ao ataque da broca do colmo em condições naturais. Embora apresente infestação significativa de broca, o

complexo broca/podridão é de pequena ocorrência, dada a grande resistência observada aos patógenos envolvidos.

A cultivar RB72454 foi desenvolvida pelo extinto IAA/Planalsucar, lançada em 1987, sendo medianamente exigente quanto à fertilidade do solo e ao estresse hídrico e apresenta maturação média a tardia, raramente florescendo (Boin et al., 1987).

Carvalho et al. (1993), avaliando cinco variedades de cana-de-açúcar, constataram que a cultivar RB 72-454 apresentou o maior potencial forrageiro, possuindo uma maturação adequada, com menor média de FDN e maior digestibilidade da matéria seca. Oliveira et al. (2002a) relataram que essa cultivar industrial tem sido a mais utilizada na alimentação de ruminantes.

Muraro (2007) cita como importante característica da cultivar RB72454 a sua excelente brotação da soqueira, relatando que, em 71 experimentos conduzidos, apresentou produtividade média de 123,8 t/ha de matéria verde.

A cultivar SP79-1011, desenvolvida pela Copersucar, apresenta-se como uma variedade indicada para fins forrageiros, pelo fato de apresentar porcentagem de FDN baixa, relação FDN/BRIX adequada e proporção de colmos superior a 80% (Rodrigues et al., 1997). É uma cultivar suscetível à ferrugem, que pode diminuir muito o seu vigor e, conseqüentemente, a produção (Barbosa et al., 2006); é exigente em relação à fertilidade do solo, tolerante à seca e sem restrição em relação à brotação da soqueira (CAROL, 2005).

A cultivar IAC93-3046, desenvolvida pelo IAC, apresenta como um dos parentais a variedade SP79-1011, apresentando grande estabilidade de rendimento nos diversos ambientes, devido à excelente produtividade da soca ao longo dos cortes, com colheita a partir da segunda quinzena de maio, estendendo-se até outubro; não floresce, tem boa brotação em áreas de colheita crua e ótimo fechamento das entrelinhas de plantio. Apresenta, ainda, boa resistência ao carvão, escaldadura, mosaico, amarelinho e à ferrugem. Possui

porte ereto e bom perfilhamento, sendo 13% superior à RB72-454 (Landell, et al., 2005). Em relação ao seu ambiente de produção, é classificada como uma variedade estável (Landell et al., 2006).

A variedade SP80-1842 foi desenvolvida pela Copersucar. Apresenta bom perfilhamento, alta produtividade agrícola, maturação precoce a média e é rica em sacarose (Fernandes, 1991). Não tem restrição quanto à brotação da soqueira, é tolerante à seca, pouco exigente em relação ao regime hídrico e exigente em relação à fertilidade do solo (CAROL, 2005).

### **2.3 Nutrição da cana-de-açúcar**

Nas plantas, os nutrientes atuam como componentes de metabólitos e complexos, como ativadores, cofatores ou reguladores de enzimas e como integrantes e participantes de processos fisiológicos (Epstein, 1975).

Dentre as funções dos macronutrientes, o N é constituinte de aminoácidos, nucleotídeos e coenzimas; o P é constituinte do ATP, a moeda energética da célula; o K é ativador de numerosas enzimas, participando do mecanismo de abertura estomática; o Ca é o cátion principal da lamela média da parede celular na forma de pectato, conferindo resistência mecânica aos tecidos; o Mg é constituinte da clorofila e ativador mais comum das enzimas relacionadas com o metabolismo energético e o S é constituinte dos aminoácidos cistina, cisteína e metionina (Epstein, 1975).

Dentre os micronutrientes, o Fe é constituinte das porfirinas e está relacionado à fixação simbiótica do N; o Mn é o ativador de várias enzimas, principalmente aquelas relacionadas ao ciclo de Krebs; o Zn é componente de várias enzimas, sendo sua carência caracterizada pela falta de alongação dos internódios; o Cu é componente de várias enzimas e, quando ocorre sua carência, há uma interferência na síntese proteica que causa um aumento no

nível de compostos nitrogenados solúveis e o B é o regulador do metabolismo dos carboidratos pela via alternativa (Epstein, 1975).

Vários fatores envolvidos na produção da cana-de-açúcar são extremamente importantes para a máxima eficiência de sua exploração econômica. Considerando que a adubação e a nutrição da cana-de-açúcar constituem um deles, é possível afirmar que a eficiência no incremento de produtividade será tanto maior quanto melhor for o ajuste desses fatores específicos de produtividade (Vitti & Mazza, 2002).

Atualmente, existem várias ferramentas para avaliação do estado nutricional das plantas. Com isso, é possível saber qual nutriente a cultura necessita e a quantidade desse nutriente. Em relação aos nutrientes presentes no solo, também é possível quantificá-los. Portanto, existe um saldo entre as necessidades da cultura e o fornecimento dos nutrientes pelo solo, que será complementado pela adubação, visando obter a máxima eficiência de produção (Dias & Rossetto, 2006), levando-se ainda em conta que existe um fator de eficiência na absorção dos nutrientes pela planta, que é utilizado para o cálculo das dosagens dos fertilizantes, tanto para aqueles aplicados via solo, utilizando-se fertilizantes minerais ou orgânicos, quanto via foliar por fertilizantes foliares (Demattê, 2004).

### **2.3.1 Quantidades de nutrientes exigidos e respostas à adubação química**

O N é um nutriente extraído em grandes quantidades pela cana-de-açúcar, geralmente perdendo apenas para o K (Silva & Casagrande, 1983; Malavolta, 1994), sendo que a cultura exporta ao redor de 0,7 a 1,1 kg de N por tonelada de colmo produzido (Orlando Filho et al., 1980; Silva & Casagrande, 1983; Coleti et al., 2002). Korndorfer et al. (1997), trabalhando com quatro variedades de cana, estimaram uma extração média de 1,4 kg de N por tonelada

de colmo, valor próximo ao encontrado por Trivelin et al. (2002), que calcularam exigência de 1,6 a 1,7 kg de N.

Nos cultivos contínuos realizados no Brasil, as quantidades de N exportadas pelos colmos são semelhantes ou até menores do que as doses de N aplicadas ao longo do ciclo, sem mencionar o fator de absorção do nutriente. Ainda assim, essas áreas cultivadas durante décadas dificilmente mostraram sinais de falta desse nutriente. Este fato tem sido relacionado com a fixação biológica do N na cultura da cana-de-açúcar (Tsai et al., 1994; Boddey et al., 2003) e também com a contribuição da própria cana (raízes e folhas) que se decompõe no solo, fornecendo matéria orgânica e nitrogênio.

O aproveitamento do N pela cultura da cana-de-açúcar originado do fertilizante é, geralmente, menor que o observado em outras culturas, tais como grãos e pastagens (Freney et al., 1992; Vallis & Keating, 1994; Vallis et al., 1996), sendo sua eficiência expressa em termos de porcentagem de N contido no fertilizante aplicado que é absorvida pela cultura, varia de 10% a 40% (Sampaio et al., 1984; Chapman et al., 1994; Trivelin et al., 1995; Vallis et al., 1996; Trivelin et al., 2002; Prasertsak et al., 2002; Gava et al., 2003; Vitti, 2003). Em estudos com cana-planta, os valores de recuperação tendem a serem maiores, ao redor de 60%, devido à menor dose de N empregada no plantio (Oliveira et al., 2000; Basanta et al., 2002), entretanto, Ambrosano et al. (2005) relataram eficiência de uso do N de 34%, na cana planta.

Vários estudos realizados no Brasil mostraram que a resposta da cana-planta ao N é menor e menos frequente do que a observada em cana-soca (Albuquerque & Marinho, 1983; Zambello Júnior & Azeredo, 1983; Cantarella & Raij, 1985). Entre os fatores relacionados a essa baixa resposta ao emprego de N na cana-planta, destaca-se a mineralização da matéria orgânica do solo e dos restos culturais da própria cana (Cantarella et al., 2007). Sampaio et al. (1985) e Araújo et al. (2001) concluíram que o N mineralizado de restos de cultivos da

cultura foi suficiente para atender à demanda de N pela cana-de-açúcar. Andrade (2006) explica que a cana-planta responde menos ao N porque na cana-planta existe grande população de bactérias assimbióticas que fixam mais nitrogênio, já que o solo foi preparado recentemente e sua maior aeração facilita o aumento da população bacteriana. Também a absorção de N pela cana-planta é lenta e gradativa. Na cana-soca, por causa da compactação, a população de bactérias na rizosfera é menor, com menor fixação de N. Também a absorção de N é maior e mais rápida no início do ciclo da cana-soca.

O P é um nutriente absorvido em pequenas quantidades pela cana-de-açúcar, quando comparado ao N e ao K, mas que exerce importantes funções no metabolismo da planta, em especial na formação de proteínas, processo de divisão celular, fotossíntese, armazenamento de energia e desdobramento de açúcares (Alexander, 1973). Malavolta et al. (1967) mencionaram ainda a importância desse nutriente no enraizamento e no perfilhamento da cana-de-açúcar.

Outra função importante do P para a cultura da cana-de-açúcar refere-se ao seu papel fundamental no processo industrial de clarificação do caldo. Caldos com baixos teores  $P_2O_5$  são de difícil floculação, dificultando a decantação das impurezas, deixando-o turvo e com coloração intensa, implicando em açúcar de pior qualidade e menor valor comercial (Korndorfer, 2004).

Medina et al. (1991), em Cuba e Korndorfer & Alcarde (1992), no Brasil, concluíram que a adubação fosfatada na cana-de-açúcar proporcionou um incremento no perfilhamento, produzindo como resultado final um aumento na produtividade de colmos.

Para a cultura da cana-de-açúcar, em solos nos quais é instalada a cultura pela primeira vez, verifica-se uma grande resposta da cana-planta para adubação fosfatada (Korndorfer, 2004a). Korndorfer et al. (1998) mencionaram que, para solos distróficos ou com vegetação de cerrado, a dose de 120 kg/ha de

$P_2O_5$  foi a que proporcionou o maior retorno econômico, considerando-se a produção acumulada de cana-planta e cana-soca, embora tenha ocorrido um aumento da produção até a dose máxima empregada de 180 kg/ha de  $P_2O_5$  no sulco de plantio.

Morelli et al. (1991), em trabalho com cana-planta de 18 meses de idade e considerando o efeito do P aplicado apenas no plantio, relataram que o tratamento mais econômico foi com a associação de 200 kg/ha de  $P_2O_5$  aplicados a lanço (fosfatagem com termofosfato Yoorin) e 100 kg/ha de  $P_2O_5$  solúvel em água, aplicados no sulco de plantio.

O K é o nutriente exportado em maior quantidade pela cana-de-açúcar, principalmente pela cana-soca, correspondendo a uma extração de 210 kg de  $K_2O$  para 100 toneladas de colmos (Korndorfer & Oliveira, 2005). O potássio atua no metabolismo na ativação de várias enzimas (Mengel & Kirkby, 2001). Exerce também importante função na abertura e no fechamento dos estômatos (Meyer et al., 1973), estando ainda relacionado com a assimilação de gás carbônico (Peoples & Koch, 1979) e a fotofosforilação (Hart, 1970; Watanabe & Yoshida, 1970; Pfluger & Mengel, 1972). Também está envolvido no transporte de açúcares das folhas para os colmos (Andrade, 2006).

Korndorfer & Oliveira (2005) mencionaram que, em solos pobres em K, a cana-de-açúcar tem uma resposta muito expressiva à aplicação desse nutriente. Para lavouras de alta produtividade, Orlando Filho et al. (1993) observaram que a saturação de K na capacidade de troca de cátions (CTC) foi sempre superior a 5%. Lana et al. (2004) mencionaram que a adubação potássica teve um efeito positivo sobre a produção de colmos e a qualidade da matéria-prima avaliada pela porcentagem de POL de cana-de-açúcar.

Korndorfer et al. (1999) relataram que, em solos nos quais se instala a cultura da cana-de-açúcar pela primeira vez, observa-se pouca resposta da cana-planta a adubação potássica.

Devido à aplicação de elevadas doses de K no sulco de plantio, sendo que neste período o sistema radicular da cana-de-açúcar é pouco desenvolvido e as condições são favoráveis para a lixiviação desse nutriente, Lana et al. (2004) verificaram um incremento significativo da produção de colmos com a adoção da adubação potássica parcelada, sendo que com o parcelamento da dosagem de 120 kg/ha de K<sub>2</sub>O, em 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O no sulco de plantio e 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O em cobertura, ocorreu um incremento superior a 9% na produção de cana em relação a essa dosagem aplicada totalmente no sulco de plantio.

Prezotti & Defelipo (1987) e Oliveira et al. (2002b) constataram a lixiviação de K, mencionando, ainda, a importância do parcelamento dessa adubação para reduzir as perdas e melhorar a eficiência de utilização desse nutriente. A prática da calagem é suficiente para suprir a nutrição de Ca e Mg na maioria das culturas (Raij, 1991).

Casagrande (1991) mencionou que a cana-de-açúcar é uma das plantas mais tolerantes à concentração do alumínio no solo, sendo esta característica variável em função das características genéticas da variedade a ser utilizada no cultivo.

A cana-de-açúcar foi pouco sensível à acidez do solo, sendo pouco influenciada pelo pH, saturação de bases, saturação por alumínio e teores de alumínio trocável, porém, respondeu significativamente ao calcário, devido ao aumento nos teores de cálcio e magnésio no solo (Benedini, 1988).

Garcia (2005) mencionou ser mais importante a calagem como fonte nutricional de Ca e Mg do que como uma prática de correção de solo para a cana-de-açúcar.

Marinho & Albuquerque (1982), em avaliação de diversos experimentos de campo com a aplicação de calcário dolomítico em cana-de-açúcar, chegaram à conclusão de que ocorrem respostas positivas na utilização desse insumo em área total incorporado ao solo, no sulco de plantio e ainda aplicado em

cobertura, na maioria dos experimentos. De outra forma, Rosseto et al. (2004) relataram que os acréscimos na produtividade da cana-de-açúcar em resposta à calagem são esporádicos e que estes, quando 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.

Silva & Casagrande (1983) coletaram dados de trabalhos, mostrando concentrações de S na parte aérea entre 0,16 a 0,5 kg de S por tonelada de colmo produzida. Na cana-de-açúcar, a exigência de S é menor do que aquela em N, sendo a quantidade acumulada na parte aérea da cana-de-açúcar de 40 a 50 kg de S por 100 toneladas de colmos produzidos (Malavolta, 1994).

A exigência de S pelas plantas situa-se em, aproximadamente, 10% da necessidade de N, devido à sua presença em apenas dois aminoácidos e algumas coenzimas (Cantarella et al., 2007).

Em cultivos nos quais não ocorre a despalha a fogo e a palhada do canavial é mantida sobre o solo, grande parte do S contido no resíduo vegetal pode retornar ao solo, como demonstraram Oliveira et al. (2002c), que observaram que 60% do S da palhada foi mineralizado em 12 meses, em ensaio realizado em Piracicaba, SP.

Vitti et al. (1992) apontaram que, em vários estudos, as respostas obtidas à aplicação de gesso podem ocorrer devido ao S nele contido. Em adubações com fertilizantes que continham S em sua formulação, Vitti et al. (2005) obtiveram maiores rendimentos na produção de colmos, quando comparados a fertilizantes que não continham esse nutriente, atribuindo essa diferença à sua presença nessas formulações.

É provável que as necessidades de S de grande parte dos canaviais da região sudeste estejam sendo supridas pela aplicação de gesso, com o objetivo de melhorar a camada subsuperficial. Em áreas nas quais a adubação é realizada com fertilizantes em fórmulas concentradas, não ocorrem o incremento de

adubos e de resíduos orgânicos e nem a gessagem, portanto, correm risco de apresentar deficiência de S (Cantarella et al., 2007).

A utilização de micronutrientes na cultura da cana-de-açúcar ainda é muito controversa, mesmo em áreas nas quais os teores no solo são baixos (Ripoli et al., 2007).

Vitti & Trevisan (2000) mencionaram que a disponibilidade de micronutrientes para as plantas depende de vários fatores, tais como: material de origem do solo, reação do solo, textura do solo, aeração do solo, práticas culturais, características genéticas das plantas, desbalanceamento entre cátions metálicos e altas produtividades.

Esses nutrientes desempenham funções vitais no metabolismo das plantas, quer como parte de compostos responsáveis por processos metabólicos e/ou fenológicos quer como ativadores enzimáticos. O B é responsável pelo desenvolvimento das raízes e o transporte de açúcares. O Cu atua no transporte eletrônico via plastocianina, e também no aumento da resistência às doenças e na síntese proteica. O Zn potencializa a produção do hormônio de crescimento, auxina, atuando na sintetase do triptofano e no metabolismo da triptamina. O Mo aumenta a eficiência da nutrição nitrogenada e a produção de sacarose. O Mn atua na fotossíntese, estando envolvido na estrutura, no funcionamento e na multiplicação de cloroplastos, realizando também o transporte de elétrons. O Fe atua nas transformações energéticas necessárias para síntese e outros processos vitais das células (Vitti et al., 2006).

Vários fatos estão relacionados com a utilização de micronutrientes na cultura da cana-de-açúcar. Entre eles, citam-se a essencialidade desses nutrientes e suas funções no metabolismo das plantas, os sintomas visuais de deficiência observados a campo em plantas com suprimentos inadequados desses nutrientes, os baixos teores desses nutrientes no solo, principalmente em solos arenosos e pobres em matéria orgânica e a introdução de novas cultivares com potencial

produtivo mais elevado, portanto mais exigentes em micronutrientes (Ripoli et al., 2007).

A interação dos micronutrientes com a matéria orgânica do solo é fundamental na disponibilidade desses nutrientes, devido à formação de complexos com compostos orgânicos, reduzindo a possibilidade de precipitação como óxidos no solo. Dessa maneira, a complexação (quelação) de zinco e cobre, entre outros, por ácidos orgânicos de baixo peso molecular, aumenta a sua disponibilidade, pois o quelato tem atuação como uma forma de depósito desses nutrientes no solo. A meia-vida curta do quelato, decorrente da decomposição do composto orgânico pelos microrganismos, resulta na liberação de forma contínua e gradativa dos micronutrientes para as plantas (Bayer & Mielniczuk, 1999).

Um elemento mineral que estimula o crescimento das plantas, embora não-essencial, ou essencial somente para algumas espécies de plantas, ou sob condições específicas, é considerado um elemento benéfico (Furlani, 2004).

Embora não seja considerado um nutriente, o Si é um elemento benéfico, em funções relacionadas com a transpiração, tendo também uma atuação protetora como barreira mecânica à inserção de patógenos e ao ataque de insetos sugadores e mastigadores (Vitti et al., 2006). Korndorfer et al. (2004) apresentaram uma resposta favorável da cana-de-açúcar à adubação com silício, particularmente em solos arenosos com baixa concentração desse elemento. Entretanto, o silício também proporcionou aumento no teor de fibra % cana (Leite, 2006), devido ao seu depósito nas plantas, entre a cutícula e a epiderme, proporcionando maior rigidez (Epstein, 2004), constituindo uma característica desfavorável para a utilização da cana-de-açúcar como opção forrageira.

A recomendação da adubação com micronutrientes na cultura da cana-de-açúcar pode ser realizada das seguintes formas: adubação via solo, que pode

ser com adubação sólida ou adubação fluída, adubação via tolete e adubação via foliar (Vitti et al., 2006).

### **2.3.2 Adubação orgânica**

A matéria orgânica é um componente fundamental para a manutenção da qualidade física, química e biológica dos solos, resultando em uma sustentabilidade dos sistemas produtivos, a médio e a longo prazo (Silva & Mendonça, 2007).

Embora a matéria orgânica esteja presente em uma pequena proporção em relação à massa total de solos tropicais, ela tem grande influência sobre várias de suas propriedades, exercendo diversas funções nos ecossistemas terrestres. Várias características do solo são influenciadas pela presença da matéria orgânica, existindo grande interação na melhoria dessas características. Dessa forma, muitas variações das propriedades de um determinado solo são mais influenciadas não somente pelo efeito direto da quantidade e qualidade da matéria orgânica, mas também pelo resultado das interações entre os diversos componentes do sistema (Silva & Mendonça, 2007).

Nas propriedades químicas, a matéria orgânica provoca alterações no poder tampão e na capacidade de troca catiônica, contribuindo com 20% a 90% da CTC das camadas superficiais de solos minerais e na complexação de metais. Em relação aos atributos físicos do solo, a contribuição da matéria orgânica é verificada na agregação do solo e na retenção de água, e a matéria orgânica pode reter até vinte vezes sua massa em água (Stevenson, 1994). Nas características biológicas, a matéria orgânica atua como uma reserva metabólica de energia, sendo esse processo de suma importância para a manutenção da ciclagem de nutrientes e a preservação dos nutrientes em formas disponíveis para as plantas; a decomposição de nutrientes em forma orgânica; a mineralização de nutrientes e as relações C/N, C/P e C/S (Silva & Mendonça, 2007).

O esterco animal é empregado como condicionador do solo e, principalmente, como fornecedor de nutrientes para as plantas, sendo considerado um fertilizante completo, embora as quantidades de nutrientes sejam pequenas, muito aquém das necessidades das culturas, o que ocasiona o uso de elevadas doses para satisfazer às necessidades em nutrientes das mesmas. O valor como fertilizante depende de sua disponibilidade e de seu preço (Arevalo, 1986).

Santos (1993), trabalhando com mudas de café, concluiu que ocorreu um maior desenvolvimento das mudas com a adição de esterco de curral ao fertilizante mineral na preparação do substrato. Isso demonstra a necessidade de conjugar os métodos de fertilização do solo, mineral e orgânico, para propiciar ganhos em produtividade das culturas.

Freitas & Stanford (1994) verificaram que a utilização de fertilizantes orgânicos influenciou de maneira significativa o desenvolvimento do milho, tendo os melhores resultados sido obtidos pelos tratamentos que receberam o esterco bovino e a borra de vinhaça.

Em estudo sobre a utilização do esterco de curral e da adubação mineral sobre a produtividade da cana-de-açúcar, Dhillon et al. (1993) verificaram altos rendimentos com a aplicação do esterco de curral.

Nema et al. (1995), ao avaliarem a resposta da cana-de-açúcar ao nitrogênio na forma mineral ou orgânica, em Madhya Pradesh, Índia, com a variedade Co6304, verificaram que a associação do fertilizante orgânico com fonte de nitrogênio mineral proporcionou uma maior produtividade. Snehla et al. (1998) observaram aumentos de até 11,1 t/ha com a utilização de 25 t/ha de esterco de curral.

Rao & Veeranna (1998) verificaram que a aplicação de doses combinadas de esterco de curral com a adubação química proporcionou maiores rendimentos de cana-de-açúcar, observando também uma queda significativa da

produtividade com a utilização somente do esterco de curral. Uma mistura de 75% de N na forma mineral e o restante na forma orgânica contribuiu para aumentar o rendimento da cana-de-açúcar, podendo, assim, reduzir a adubação mineral (Jadhav et al., 2001).

Singh & Singh (2002) verificaram que a aplicação de N na dosagem de 150 kg/há, combinado com o esterco de curral na dosagem de 20 t/ha ou a torta de filtro na mesma dosagem, promoveu um significativo aumento nos rendimentos de cana-planta e cana-soca.

Garcia (2005) observou resultados positivos em relação à utilização do esterco de curral na adubação da cana-de-açúcar, mencionando que a utilização desta adubação produziu resultados semelhantes aos da fertilização mineral. Este mesmo autor ainda concluiu que o esterco de curral foi a única fonte orgânica de nutrientes capaz de substituir totalmente a adubação mineral de plantio.

Matsuoka et al. (2002) mencionaram que a produção de cana-de-açúcar orgânica é viável, devido à obtenção de produtividades agrícolas similares às obtidas com a fertilização mineral.

Anjos et al. (2007) concluíram que existe viabilidade na substituição da adubação mineral pela adubação orgânica na cultura da cana-de-açúcar, sem o comprometimento da qualidade e da produtividade da matéria-prima.

#### **2.4 Épocas de corte**

Na região central do Brasil, a época de colheita da cana-de-açúcar normalmente situa-se entre os meses de maio e dezembro (Brieger & Paranhos, 1964). Este período é definido em função de vários fatores, dentre eles o teor de sacarose e de açúcares redutores dos colmos (Bonnet, 1962; Brieger & Paranhos, 1964; Alexander, 1973).

A maturação da cana-de-açúcar ocorre da base para o ápice do colmo e a cana imatura apresenta valores bastante discrepantes nesses segmentos.

Entretanto, com o decorrer do processo de maturação, ocorre certa homogeneidade em todo o colmo. Para estimar a maturação no campo, utiliza-se o refratômetro de campo, determinando-se o índice de maturação. Este índice é obtido pelo quociente da relação entre o brix da ponta do colmo pelo brix da base do colmo (Oliveira, 1999).

Quando a cana-de-açúcar está verde, o índice de maturação é menor que 0,70; de 0,71 a 0,80, está em processo de maturação baixa; quando o índice está compreendido entre 0,81 a 0,90, está com a maturação média; quando está madura, o índice é de 0,91 a 1,00 e, quando está em processo de inversão de sacarose, o índice de maturação é maior que 1,00 (Cesnik & Miocque, 2004).

Peixoto (1986) relatou que, entre as várias dificuldades para a avaliação comparativa da cana-de-açúcar como alimento forrageiro, está o fato que, na maioria dos trabalhos realizados, não são citadas as cultivares utilizadas e que as amostragens realizadas para as análises nem sempre correspondem aos mesmos estádios de maturação.

Nas cultivares de cana-de-açúcar, a curva de maturação é diferente, sendo distintas a porcentagem de sacarose e a qualidade da fibra (Matsuoka & Hoffmann, 1993).

A partir de estudos acerca do estágio de maturação da cana-de-açúcar no valor nutritivo da planta inteira utilizada como silagem, com cortes aos 6, 9, 12, 15 e 24 meses após o plantio, Kung Jr. & Stanley (1982) observaram um aumento na porcentagem de MS, digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) e decréscimo nos teores de proteína bruta (PB) e fibra bruta com o aumento das idades de corte.

Preston et al. (1976) recomendaram que o teor de brix da cana-de-açúcar a ser utilizado na engorda de bovinos seja maior que 12° e que sua colheita seja realizada após 12 meses de plantio.

Em relação à época de colheita, consideram-se cultivares de cana-de-açúcar como precoces quando são colhidas nos meses de abril, maio e junho; quando colhidas nos meses de julho, agosto e setembro, são de ciclo médio e as colhidas em outubro e novembro, como tardias. De maneira geral, recomenda-se o plantio de 40% de cultivares precoces, 30% de cultivares de ciclo médio e 30% de cultivares tardias. Porém, tem-se utilizado a proporção de 40%, 40% e 20%, respectivamente para cultivares de ciclo precoce, médio e tardio (Margarido, 2006).

A ocorrência de geadas é tida como prejudicial à cana-de-açúcar, porém, os danos causados variam não apenas pela intensidade, mas também em função da idade do canavial e das cultivares utilizadas (Fernandes & Furco, 1983; Bastos et al., 1983; Mendonça, 1983). Em canas com previsão de colheita no ano de ocorrência de geadas, o efeito danoso do fenômeno pode ser minimizado com a antecipação da colheita, uma vez que a deterioração das plantas atingidas inicia-se algum tempo após a deterioração da gema, dependendo da cultivar e das condições climáticas posteriores (Lee, 1983). Para os canaviais mais novos atingidos por geadas, as recomendações variam de acordo com a idade das plantas, indo desde a quebra, o corte e a queima, até a não adoção de nenhuma medida, tudo isso em função da severidade de ocorrência do fenômeno (Bacchi, 1982; Lee, 1983).

Várias alternativas de manejo na lavoura canavieira permitem ganhos reais de produtividade no setor sucroalcooleiro, sendo a época de corte ideal aquela na qual a produtividade agroindustrial seja maximizada (Segalla et al., 1981; Segalla & Tokeshi, 1981; Nunes Júnior & Schouchana, 1984; Rezende Sobrinho, 2000). A época de corte ideal numa lavoura canavieira é uma etapa muito importante na avaliação da rentabilidade da cultura, devido aos incrementos de produtividade que ocorrem, com um inexpressivo custo adicional (Beauclair, 2004).

Para determinar a época de corte ideal das áreas cultivadas, essas devem ser amostradas para a realização de análises tecnológicas de relevância para o parâmetro de maturação. Para uso como forrageira, o índice de maturação utilizando-se o refratômetro caracteriza-se como um excelente parâmetro. Outro fator importante é a relação entre a época de corte e a produtividade da cana-de-açúcar na safra seguinte (Beauclair & Penteado, 1984). Esses autores ainda mencionaram que, em trabalhos realizados na Austrália, foi possível que o planejamento de corte da cana-de-açúcar durante a safra fosse alterado, maximizando a rentabilidade do cultivo. Ainda mencionaram que a diferença varietal, apesar de evidente, não se traduziu em mudanças nas respostas ao ambiente, mediante a variação das épocas de plantio e de corte.

A partir de estudos sobre a influência de diferentes cultivares e épocas de corte sobre lavouras canavieiras, Mendonça et al. (1984) compararam as curvas de ganho de massa verde e de sacarose ao longo do ano e verificaram importantes diferenças, tanto em relação às cultivares quanto entre as épocas de corte.

Pires et al. (1987) verificaram a influência da época de colheita na qualidade da cana-de-açúcar, cultivar RB72454, florescida e observaram que, em três épocas de corte estudadas, quando os colmos foram avaliados sem as brotações laterais, não ocorreu efeito significativo na produtividade agrícola e rendimento de açúcar por área, embora tenha ocorrido um aumento do teor de sacarose nas duas últimas épocas. Entretanto, quando os colmos foram avaliados com suas brotações laterais, não se verificou a ocorrência de significância na produtividade agrícola, mas, em relação ao rendimento de açúcar por área, as duas últimas épocas foram superiores à primeira, o mesmo ocorrendo com o teor de sacarose.

Trabalhando com cana-soca, avaliando cultivares e épocas de corte, Lima et al. (1990) constataram diferenças significativas ente cultivares e épocas, inclusive na interação entre elas, para a produção de açúcar.

A partir do estudo do comportamento de nove cultivares de cana-de-açúcar, em dois locais, Maule et al. (2001) constataram um comportamento semelhante de uma mesma cultivar, quando colhida em três épocas diferentes, numa mesma safra.

Marchiori (2004) concluiu que diferentes épocas de corte da cana-de-açúcar afetaram a produtividade de colmos por hectare em função do tempo de vegetação da cultura, tanto no cultivo da cana-planta quanto no de cana-soca.

Anjos et al. (2007), verificando o comportamento de duas cultivares de cana (SP79-1011 e RB72454) submetidas a três tipos de adubação e a três épocas de corte diferentes, encontraram efeito significativo das épocas de colheita sobre o rendimento de colmos, sendo os resultados da segunda e da terceira época superiores ao da primeira.

Castro (2008), estudando o comportamento de cultivares de cana-de-açúcar e épocas de corte, encontrou, para a característica número de colmos por metro linear de sulco, um efeito significativo para os dois fatores isoladamente, não tendo a interação entre eles sido significativa. Em relação aos rendimentos de matéria verde e matéria seca, essas variáveis não apresentaram significância, assim como a sua interação, o mesmo ocorrendo para o rendimento de colmos por hectare.

Em um estudo sobre a influência de épocas de colheita e altura de corte sobre o comportamento de dois genótipos de cana-de-açúcar, IAC86-2480 e RB72454, Silva et al. (2008) concluíram que ocorreu resposta significativa dessas cultivares à época de colheita para a produtividade de colmos e de açúcar.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Características da área experimental

O experimento foi conduzido na Fazenda do Fumal, município de Baependi, MG, em um solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, com relevo ondulado, representativo da região.

O município de Baependi, MG, situa-se na região sul do estado de Minas Gerais, nas coordenadas 21,96° S e 44,89° W, dentro de uma importante região de pecuária leiteira do estado. A altitude é de 893 m e o clima classificado como Cwa, na classificação de Koeppen, apresentando duas estações bem definidas, verão quente e chuvoso e inverno seco e frio, com temperatura média anual de 19°C. Nos meses quentes, esta média é de 27°C e, nos meses frios, de 13°C, caracterizado como tropical de altitude.

As análises químicas do solo da área experimental nas profundidades de 0-20 e de 20-40 cm são apresentadas na Tabela 1 e a análise física, na Tabela 2. Os índices pluviométricos da região durante o período experimental estão apresentados na Tabela 3.

No mês de julho de 2008, nos dias 14, 15, 16, 17 e 18, ocorreu a incidência de geada severa na área experimental, provocando queima generalizada de folhas e, em alguns pontos, a necrose da brotação apical. Na Tabela 5 estão apresentadas as temperaturas mínimas entre os dias 10 e 19 de julho de 2008.

TABELA 1 Características químicas do solo da área experimental. Profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm. Fazenda do Fumal, Baependi, MG, 2007\*.

DETERMINAÇÕES	PROFUNDIDADE	
	0-20 (cm)	20-40 (cm)
pH em água	5,2	5,1
P – mg/dm <sup>3</sup>	1,4	1,2
K – mg/dm <sup>3</sup>	42	37
Ca <sup>+2</sup> - cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	1,7	1,1
Mg <sup>+2</sup> - cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	0,6	0,4
Al <sup>+3</sup> - cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	0,3	0,3
H + Al - cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	6,3	5,6
SB - cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	2,4	1,6
T - cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	2,7	1,9
T - cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	8,7	7,2
V - %	27,7	21,9
M %	11	16
MO – dag/kg	3,3	2,6
P-rem – mg/L	10,2	8,0
Zn – mg/dm <sup>3</sup>	0,1	
Fe – mg/dm <sup>3</sup>	19,2	
Mn – mg/dm <sup>3</sup>	3,3	
Cu – mg/dm <sup>3</sup>	1,7	
B – mg/dm <sup>3</sup>	0,1	
S – mg/dm <sup>3</sup>	14,9	

\*Análises realizadas no laboratório de Fertilidade do Solo, do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG.

TABELA 2 Características físicas do solo da área experimental. Profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm. Fazenda do Fumal, Baependi, MG, 2007\*.

DETERMINAÇÕES	PROFUNDIDADE	
	0-20 cm	20-40 cm
Areia – dag/kg	42	42
Silte – dag/kg	11	12
Argila – dag/kg	47	46

\*Análises realizadas no laboratório de Física do Solo, do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG.

TABELA 3 Índices pluviométricos (mm) durante o período experimental.  
Fazenda Quilombo, Cruzília, MG, 2008\*.

MESES	ANOS	
	2007	2008
Janeiro	629	397
Fevereiro	129	290
Março	102	206
Abril	148	203
Maiο	57	32
Junho	11	23
Julho	29	0
Agosto	0	126
Setembro	15	112
Outubro	127	174
Novembro	266	269
Dezembro	289	361

\* Dados fornecidos pela Fazenda Quilombo, Cruzília, MG, 2008.

TABELA 4 Valor agrônômico do esterco utilizado na área experimental.  
Fazenda do Fumal, Baependi, MG, 2007\*.

DETERMINAÇÕES	UMIDADE NATURAL	BASE SECA	
		60°-65°C	110°C
pH – CaCl <sub>2</sub> 0,01 M	7,6		
Densidade – g/cm <sup>3</sup>	0,40		
Umidade perdida a 60°-65°C - %	58,68		
Umidade perdida entre 65°-110°C - %	1,75		
Umidade total - %	60,43		
Nitrogênio total - %	0,59	1,43	1,49
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total - %	0,16	0,39	0,40
K <sub>2</sub> O total - %	0,4	0,97	1,01
Ca total - %	0,91	2,20	2,30
Mg total - %	0,12	0,29	0,30
S total - %	0,11	0,27	0,28
Cu total - mg/kg	14	34	35
Mn total - mg/kg	3	7	8
Zn total - mg/kg	47	114	119
Fé total - mg/kg	5.196	12.575	13.131
B total - mg/kg	1	2	3

\* Análises realizadas no Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

TABELA 5 Temperaturas mínimas entre os dias 10 e 19 de julho. Epamig, Lambari, MG, 2008\*.

DIA	TEMPERATURA MÍNIMA - °C	ANOTAÇÃO
10	2	
11	2	
12	3	
13	4	
14	- 1,2	Geadas
15	- 0,2	Geadas
16	- 0,8	Geadas
17	- 0,4	Geadas
18	0,0	Geadas
19	2,2	

\* Dados da Fazenda Experimental de Nova Baden, Lambari, MG.

### 3.2 Delineamento experimental, tratamentos e parcelas

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas com cinco cultivares (IAC86-2480, IAC93-3046, SP79-1011, RB72454 e SP80-1842), três tipos de adubações (mineral, orgânica e mineral + orgânica) e duas épocas de corte (agosto e outubro), com três repetições. As cultivares ocuparam as parcelas, as adubações as subparcelas e as épocas de corte as subsubparcelas. Utilizou-se o sistema de cultivo de cana-de-ano.

A cultivar IAC86-2480 apresenta boa produtividade agrícola, alta resistência ao acamamento, hábito de crescimento ereto e exigente em fertilidade do solo (Landell et al., 2002). A cultivar RB72454 apresenta média exigência em fertilidade do solo, maturação média a tardia e alta produtividade agrícola (Boin et al., 1987). A cultivar SP79-1011 apresenta tolerância à seca, média exigência em fertilidade do solo e maturação de média a tardia (Fernandes, 1991). A cultivar IAC93-3046 apresenta grande estabilidade de produção, porte ereto e excelente produtividade da soca (Landell et al., 2005). A cultivar SP80-

1842 apresenta maturação de precoce a média, alta produtividade agrícola e bom perfilhamento (Fernandes, 1991).

Com base nos resultados da análise de solo (Tabela 1) e do valor agrônômico do esterco (Tabela 4), aplicaram-se, na adubação mineral, 150 kg/ha de  $P_2O_5$ , 100 kg/ha de  $K_2O$ , 40 kg/ha de S, 2 kg/ha de B, 5 kg/ha de Zn e 5 kg/ha de Mn no plantio e 60 kg/ha de N e de  $K_2O$  em cobertura. Na adubação orgânica, foram aplicados 29.077 kg/ha de esterco de curral na base úmida, calculados em função da necessidade 60 kg/ha de nitrogênio, proporcionando 16,1 kg/ha de  $P_2O_5$ , 116,2 kg/ha de  $K_2O$ , 11,27 kg/ha de S, 0,01208 kg/ha de B, 0,477 kg/ha de Zn e 0,029 kg/ha de Mn, no plantio. Para a adubação orgânica + mineral, aplicaram-se 29.077 kg/ha de esterco mais a complementação de nutrientes para atingir os níveis utilizados na adubação mineral, sendo a complementação com a adubação potássica aplicada em cobertura.

As parcelas foram constituídas de 6 linhas de cana-de-açúcar com espaçamento de 1,4 m e comprimento de 5 m, tendo sido utilizada uma bordadura de 1,0 m de cada lado da subparcela, separando as diversas adubações. Cada parcela ficou com uma área total de 42 m<sup>2</sup> e a área útil foi de 28 m<sup>2</sup> compreendida pelas 4 linhas centrais. A área total do experimento foi de 4.536m<sup>2</sup>.

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

No início de 2007, um dos silos da Fazenda do Fumal foi deixado vazio com a finalidade de acumular o esterco bovino para utilização no experimento. Toda semana era retirado o esterco do curral e depositado nesse silo, tendo ainda sido utilizado o esterco de duas esterqueiras da fazenda.

Após a colheita do milho para silagem em maio de 2007, foi realizada a amostragem do solo em duas profundidades, 0-20 cm e 20-40 cm, para determinar as necessidades de aplicação de calcário.

Com o resultado da análise, apresentado na Tabela 1, e com base em Ribeiro et al. (1999), aplicou-se 3,3 t/ha de calcário dolomítico com PRNT de 85%, suficiente para elevar a saturação de bases a 60%, em julho de 2007, seguido de aração para a incorporação ao solo.

Após 75 dias iniciou-se a segunda parte do preparo do solo, em que realizou-se uma pulverização com o herbicida Roundup Transorb<sup>®</sup>, em uma dosagem de 3,5 L/ha. Após um intervalo de 10 dias, foi realizada nova aração e, em seguida, uma gradagem de nivelamento, com posterior sulcamento na profundidade de 25 a 30 cm., com arado de três discos de 26". As adubações foram aplicadas no fundo do sulco de plantio, distribuídas manualmente.

O plantio foi realizado manualmente, em 20 de outubro de 2007, inclusive o fechamento dos sulcos, com a densidade de 15 gemas por metro linear, em esquema de fileira dupla, "pé com ponta", deixando os toletes com três gemas.

Após 60 dias do plantio, foi realizada adubação de cobertura para a adubação química com 60 kg/ha de N e 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O e, para a adubação orgânica + mineral, aplicaram-se 43,8 kg/ha de K<sub>2</sub>O.

A área foi sempre mantida livre de plantas daninhas, por meio de capinas manuais, não tendo ocorrido controle de pragas e doenças.

A colheita correspondente à primeira época foi realizada em 11 de agosto de 2008, aos 296 dias após o plantio e a segunda época, em 28 de outubro de 2008, aos 374 dias.

### **3.4 Características avaliadas**

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

Na colheita, foi realizada a contagem do número de colmos na área útil da subparcela e, em seguida, calculou-se o número médio de colmos por metro de sulco.

#### **3.4.2 Diâmetro e comprimento médio de colmos**

Na área útil da subparcela, separaram-se dez colmos aleatoriamente, nos quais foram determinados o diâmetro médio, em cm, com o auxílio de um paquímetro e o comprimento médio, em m, dos mesmos, medindo-se a distância da base até o desponte, com o auxílio de uma trena.

#### **3.4.3 Rendimentos médios de colmos - % e TCH**

A porcentagem de colmos foi determinada pela relação massa do colmo despontado e despalhado/massa integral da cana-de-açúcar multiplicado por cem, tomando-se todos os colmos da área útil da subparcela.

O rendimento de colmos foi obtido por meio de pesagens dos colmos despontados e despalhados, seguindo metodologia Mariotti & Lascano (1969), citados por Arizono et al. (1998), calculando-se, inicialmente, o peso de colmos na área útil de cada subparcela e, posteriormente, fazendo-se a transformação para t/ha (TCH).

#### **3.4.4 Rendimento médio de matéria seca (tMS/ha)**

Foram separadas dez canas inteiras (colmos + folhas), colhidas aleatoriamente a cada subparcela, que foram passadas em uma ensiladora estacionária, com 1.400/1.800 r.p.m., com três facas e regulada para um tamanho de partícula de 2 a 3 mm. Após homogeneização do material, foram retiradas amostras de 1 kg, que foram colocadas em estufa, a 65°C, até obter-se estabilidade do peso. Calculou-se, assim, a porcentagem de matéria seca que foi, então, multiplicada pelo peso integral da cana-de-açúcar de cada subparcela, obtendo-se o rendimento da matéria seca por hectare (tMS/ha).

### **3.4.5 Parâmetros bromatológicos**

Dez colmos despontados e despalhados foram triturados e uma amostra foi enviada ao Laboratório de Ciência dos Alimentos, da UFLA, para determinação da proteína bruta (%PB), extrato etéreo (%EE) e fibra bruta (%FB).

### **3.5 Análises estatísticas**

Os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância, de acordo com Gomes (1990).

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do sistema computacional Sisvar<sup>®</sup> (Ferreira, 2000), utilizando-se o teste de Scott-Knott Scott & Knott (1974), a 5% de probabilidade, para a comparação das médias dos tratamentos estudados.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Parâmetros biométricos

Os resumos das análises de variância para os parâmetros biométricos avaliados estão apresentados na Tabela 6.

TABELA 6 Resumo das análises de variância para os parâmetros biométricos de cana-de-açúcar em função dos tratamentos aplicados.

Causas de variação	GL	Quadrado médio		
		Diâmetro do colmo	Comprimento do colmo	Nº colmos/m
Cultivares (C)	4	0,31685**	0,237589**	1,240915**
blocos	2	0,071143	0,021428	1,114545**
erro "a"	8	0,031660	0,007012	0,131169
Adubações (A)	2	0,012333	0,077233**	0,350555**
A x C	8	0,011950	0,004754**	0,058092
erro "b"	20	0,008525	0,001362	0,057752
Época de corte (E)	1	0,078028	0,061135**	0,335813
E x C	4	0,004897	0,001420	0,141648
E x A	2	0,003204	0,002477	0,071591
E x A x C	8	0,015024	0,001066	0,070449
erro "c"	30	0,020704	0,002565	0,097866
CV - % (C)		6,94	5,61	9,24
CV - % (A)		3,60	2,47	6,13
CV - % (E)		5,61	3,40	7,98

\* - Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F. \*\* - Significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

#### 4.1.1 Diâmetro dos colmos

Ocorreu efeito significativo apenas para o fator cultivares (Tabela 6). Na Tabela 7, estão apresentados os valores médios obtidos para esse parâmetro em função das diferentes cultivares.

TABELA 7 Valores médios obtidos para diâmetro de colmos (cm), em função das cultivares estudadas.

Cultivares	Diâmetro do colmo (cm)
SP80-1842	2,40 b
SP79-1011	2,45 b
IAC86-2480	2,60 a
IAC93-3046	2,66 a
RB72454	2,72 a

As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Entre as cultivares IAC e RB não ocorreram diferenças significativas, mas elas apresentaram maior diâmetro que as cultivares SP. Portanto, verifica-se que o diâmetro do colmo é uma característica intrínseca das cultivares, sendo pouco influenciada por algumas condições de cultivo. Embora tenham ocorrido diferenças significativas entre cultivares no presente trabalho, de acordo com Cesnik & Miocque (2004) e Mozambani et al. (2006), todos os colmos podem ser considerados médios (entre 2 e 3 cm), mostrando que este parâmetro é pouco influenciado pelo meio, constituindo-se numa característica intrínseca de cada cultivar.

Vasconcelos (1998) que, em estudo com doze cultivares de cana-de-açúcar, encontrou diferenças significativas entre cultivares e constatou que a cultivar RB72454 apresentou o maior diâmetro, corroborando os resultados deste trabalho. Este autor também encontrou correlação positiva entre diâmetro de colmo e produtividade por ocasião da colheita, tendo esse parâmetro sido o que melhor correlacionou-se com a produtividade.

Basile Filho (1992) e Ramesh & Mahadevaswamy (2000), ao avaliarem o diâmetro de colmos, também encontraram diferenças significativas entre as cultivares. Entretanto, Barbosa (2005), trabalhando com cana-de-açúcar irrigada e de sequeiro, não encontrou diferenças significativas no diâmetro de colmos entre as cultivares SP79-1011, RB72454 e SP80-1842, resultado diferente do

deste trabalho. Este autor ainda encontrou que a cana-de-açúcar cultivada sob irrigação apresentou maior diâmetro de colmo do que a não irrigada.

#### 4.1.2 Comprimento dos colmos

Ocorreram efeitos significativos para os fatores cultivares (C), adubações (A), C x A e épocas de corte (Tabela 6).

Os valores médios obtidos para comprimento de colmos em função das adubações e cultivares são apresentados na Tabela 8.

TABELA 8 Valores médios obtidos para comprimento de colmos (m), em função das adubações e cultivares estudadas.

Cultivares	Adubações			Médias
	Mineral	Org + min.	Orgânica	
IAC86-2480	0,83 cC	0,98 Bc	1,12 aC	0,98 C
IAC93-3046	0,72 bC	1,16 aC	1,10 aC	0,99 C
RB72454	1,73 bA	1,79 bA	1,91 aA	1,81 A
SP79-1011	0,87 bC	1,17 aC	1,17 aC	1,07 C
SP80-1842	1,21 bB	1,42 aB	1,43 Ab	1,35 B
Médias	1,07 b	1,30 a	1,35 a	

As médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Para a cultivar IAC86-2480, a adubação orgânica proporcionou maior comprimento que a adubação orgânica + química e estas, por sua vez, proporcionaram maior comprimento que a adubação mineral.

Já para as cultivares IAC93-3046, SP79-1011 e SP80-1842, a adubação orgânica não diferiu da mistura adubação orgânica + química, mas ambas foram superiores à adubação mineral.

Para a cultivar RB72454, a adubação orgânica mostrou-se superior às duas outras formas de adubação (mineral e orgânica + mineral), que não diferenciaram entre si.

Para as diferentes formas de adubação, a cultivar RB72454 foi superior às demais, seguida pela cultivar SP80-1842 e as demais cultivares foram inferiores, porém, não diferiram entre si

Na média das cultivares, a adubação mineral exclusiva foi a que proporcionou menor comprimento de colmos. Isso pode ser explicado pelo efeito benéfico da matéria orgânica que libera o N e outros nutrientes de forma gradativa, com menores perdas que a fonte mineral, além de proporcionar maior retenção de umidade junto à rizosfera da cana-de-açúcar, favorecendo a alongação do colmo (Silva & Mendonça, 2007).

Para a média das cultivares (Tabela 8), verifica-se que a RB72454 foi superior às demais, apresentando o maior comprimento de colmos. A cultivar SP80-1842 apresentou valores de comprimento de colmos intermediários e, para as cultivares IAC e SP79-1011, o comprimento de colmos foi inferior.

Vasconcelos (1998), trabalhando com doze cultivares de cana-de-açúcar, não encontrou diferenças significativas na altura de colmos para as cultivares RB72454 e SP80-1842, diferentemente do presente trabalho, no qual foram verificadas diferenças significativas entre as duas cultivares para comprimento de colmos.

Na Tabela 9, são apresentados os valores médios obtidos para este parâmetro, em função das duas épocas de corte.

TABELA 9 Valores médios obtidos para comprimento de colmos (m), em função das épocas de corte.

<b>Época de corte</b>	<b>Comprimento do colmo (m)</b>
Outubro	1,16 a
Agosto	1,32 b

As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Em função das diferentes épocas de corte, ocorreu diferença significativa para o comprimento médio dos colmos; quando a cana-de-açúcar

foi colhida em agosto, o comprimento médio dos colmos foi superior em relação ao comprimento médio, quando a colheita foi realizada em outubro. Isso não era esperado e pode ser explicado pelo fato de que, em outubro, por causa do efeito da geada, fez-se um desponete mais baixo do que o normal, uma vez que houve necrose da parte apical da planta e esta foi eliminada. Alguns autores (Ramesh, 2000; Gava et al., 2001 e Barbosa, 2005) não encontraram alterações significativas no comprimento dos colmos em função da época de corte, mas a cana encontrava-se em fase de repouso vegetativo normal (inverno) e não foi atingida pela geada.

#### 4.1.3 Número médio de colmos por metro

Ocorreram efeitos significativos apenas para os fatores cultivares e adubações, que atuaram de forma independente um do outro (Tabela 6).

Na Tabela 10 estão apresentados os valores médios obtidos para este parâmetro, em função das diferentes cultivares.

TABELA 10 Valores médios obtidos para o número médio de colmos por metro de sulco, em função das cultivares.

<b>Cultivares</b>	<b>Nº colmos/m</b>
SP79-1011	12,01 b
RB72454	13,13 b
IAC86-2480	14,32 b
IAC93-3046	15,92 a
SP80-1842	17,24 a

As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

As cultivares IAC93-3046 e SP80-1842 não diferiram quanto ao número médio de colmos por metro e apresentaram-se superiores às demais cultivares. Estas discrepâncias encontradas devem-se ao fato de o número de colmos ser função da brotação, do perfilhamento, dos fatores edafoclimáticos e da cultivar (característica genética intrínseca).

Anjos (1995) e Vasconcelos (1998) também verificaram diferenças significativas no número médio de colmos por metro de sulco, em função da utilização de diferentes cultivares.

Barbosa (2005) não encontrou diferenças entre as cultivares em relação ao número médio de colmos por metro, discordando do que foi verificado nesse trabalho.

Os valores médios para o número de colmos por metro de sulco em função das diferentes formas de adubação estão apresentados na Tabela 11.

TABELA 11 Valores médios obtidos para número de colmos por metro de sulco, em função das diferentes formas de adubações.

<b>Adubações</b>	<b>Nº colmos/m</b>
Mineral	13,63 b
Orgânica + mineral	14,93 a
Orgânica	15,04 a

As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

A utilização da adubação na forma mineral proporcionou um número médio de colmos por metro de sulco inferior em relação às adubações que utilizaram a forma orgânica. Muito provavelmente, a adubação orgânica proporcionou liberação de N e de outros nutrientes de forma mais gradativa, com menores perdas, além de proporcionar maior retenção de umidade junto à rizosfera. Nitrogênio e umidade são fatores que influenciam a capacidade de perfilhamento da cultivar (Casagrande, 1991).

Entretanto, em trabalho com diferentes formas de adubações empregadas para o cultivo da variedade SP 79-1011, Garcia (2005) não encontrou efeito significativo das adubações orgânicas, associadas ou não à adubação química, sobre o número médio de colmos por metro, o que difere do resultado encontrado neste trabalho.

Não houve diferenças significativas para número de colmos por metro em função das épocas de colheita, resultados também encontrados por Carvalho

(1992) e Anjos (2001), uma vez que o *stand* final de plantas já está definido antes do corte e não se altera no período.

#### 4.2 Parâmetros de produção

Os resumos da análise de variância para os parâmetros de produção estão apresentados na Tabela 12.

TABELA 12 Resumo das análises de variância para os parâmetros de produção de cana-de-açúcar em função dos tratamentos aplicados.

Causas de Variação	GL	Quadrado médio		
		TCH	tMS/ha	% colmos
Cultivares (C)	4	2,550070**	2,287165**	0,060665**
blocos	2	1,309417	1,207068	0,011835
erro "a"	8	0,174302	0,153932	0,006146
Adubações (A)	2	1,194609**	0,853192**	0,031218**
A x C	8	0,180913**	0,123723**	0,010791**
erro "b"	20	0,029590	0,030676	0,003432
Época de corte (E)	1	0,097949	0,335981	0,071988**
E x C	4	0,212064	0,173537	0,102780
E x A	2	0,003919	0,033768	0,019929**
E x A x C	8	0,067124	0,041459	0,003892
erro "c"	30	0,095209	0,097747	0,005579
CV - % (C)		10,43	9,18	1,81
CV - % (A)		4,30	4,10	1,35
CV - % (E)		7,71	7,32	1,72

\* - Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F. \*\* - Significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

##### 4.2.1 Tonelada de cana por hectare (TCH)

Ocorreram efeitos significativos para cultivares (C), adubações (A) e para a interação A x C (Tabela 12). Os valores médios obtidos para tonelada de cana por hectare (TCH) em função das adubações e cultivares estão apresentados na Tabela 13.

TABELA 13 Valores médios obtidos para tonelada de cana por hectare (TCH), em função das adubações e cultivares estudadas.

Cultivares	Adubações			Médias
	Mineral	Org + min.	Orgânica	
IAC86-2480	32,11 bB	47,23 aB	50,48 aC	43,27 B
IAC93-3046	33,97 bB	66,98 aA	70,37 aB	57,11 B
RB72454	87,24 aA	89,17 aA	99,84 aA	92,08 A
SP79-1011	29,14 bB	44,45 aB	45,96 aC	39,84 B
SP80-1842	73,02 aA	75,12 aA	78,09 aB	75,41 A
Médias	51,10 b	64,59 a	68,94 a	

As médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Para as cultivares IAC86-2480, IAC 93-3046 e SP 79-1011, a adubação orgânica, associada ou não à adubação química, proporcionou um resultado de TCH superior quando comparado à utilização da adubação mineral. Já para as cultivares RB72454 e SP80-1842, as diferentes formas de adubações não influenciaram o seu desempenho.

Quando foi utilizada a adubação mineral, as cultivares RB72454 e SP80-1842 tiveram desempenho superior ao das demais. Já quando a adubação foi orgânica associada à mineral, as cultivares IAC86-2480 e SP79-1011 foram inferiores às demais e, quando a adubação foi orgânica, a cultivar RB72454 foi superior às demais, tendo as cultivares IAC86-2480 e SP79-1011 sido inferiores e as cultivares IAC93-3046 e SP80-1842 apresentaram resultados intermediários.

A utilização da adubação mineral proporcionou resultado de TCH inferior quando comparado à utilização da adubação orgânica combinada com a adubação mineral e a adubação orgânica exclusiva. Isso pode ser explicado pelo efeito benéfico da matéria orgânica que aumentou, neste trabalho, o comprimento e o número médio de colmos, conforme já discutido anteriormente.

Na Índia, trabalhos desenvolvidos com a utilização do esterco de curral, exclusivo ou associado à adubação química, não afetaram a produção de colmos, discordando do encontrado no presente trabalho (Nema et al., 1995; Snehal et al., 1998; Jadhav et al., 2001; Singh & Singh, 2002).

Na média, as cultivares, RB72454 e SP80-1842 foram superiores às demais, tendo a RB72454 apresentado um incremento de 22% em relação à cultivar SP80-1842, o que corresponde a um acréscimo de 16,67 TCH.

A diferença entre as produtividades das cultivares obtida no presente trabalho podem ser devido a diferenças varietais entre elas e pela adaptação das mesmas ao local de cultivo. A cultivar SP79-1011, além de ser considerada de médio potencial de produção agrícola, mostrou elevada suscetibilidade à ferrugem, o que contribuiu para o seu baixo desempenho. O comportamento insatisfatório da cultivar IAC 86-2480 pode ser explicado, conforme já mencionado, pela sua elevada exigência em fertilidade do solo para produção e, mesmo, com as correções e adubações realizadas não foram suficientes para que a mesma pudesse expressar todo o seu potencial produtivo. A cultivar IAC 93-3046 foi desenvolvida para ambientes de cultivos bem diferenciados da região de Baependi, MG.

Essa amplitude de variação de produtividade das cultivares também foi constatada por Dias (1997), que relatou que, em ambientes favoráveis ao desenvolvimento vegetal, o potencial genético de cada cultivar é evidenciado, o que, neste caso, não ocorreu, devido ao ambiente desfavorável.

A identificação dos fatores que influenciam diretamente o comportamento das cultivares de cana-de-açúcar é de extrema importância para a recomendação adequada das mesmas nos diferentes tipos de solo e ambientes de produção, de forma a proporcionar condições ideais aos sistemas eficientes de produção agrícola (Maule, 1999).

A maior produtividade da cultivar RB 72-454 pode ser explicada pela sua caracterização varietal. Barbosa (2005) mencionou que esta cultivar tem como característica genética a elevada produtividade que, relacionada com fatores de produção, aumenta o seu potencial produtivo. Além disso, apresenta como característica a resposta ao cultivo em solos de baixa fertilidade natural e que, neste caso, foi verificado.

Silva et al. (2008) encontraram diferenças significativas de produtividade de colmos entre as cultivares IAC86-2480 e RB72454, tendo a cultivar IAC86-2480 se apresentado com uma produtividade de 78,18 TCH e a RB72454 com 90,3 TCH, o que corrobora o resultado deste trabalho. Entretanto, no presente trabalho, a diferença de produtividade de colmos entre as duas cultivares foi bem mais acentuada, uma vez que a cultivar IAC86-2480 demonstrou, na região de Baependi, MG, onde o trabalho foi realizado, pouca adaptação ao solo de baixa fertilidade. Deve-se ressaltar que a cultivar IAC86-2480 é exigente em relação à fertilidade do solo (Landell et al., 2002).

Vasconcelos (1998) encontrou produtividades de colmos semelhantes para as cultivares RB72454 e SP80-1842, corroborando o resultado encontrado neste trabalho.

#### **4.2.2 Tonelada de matéria seca por hectare (tMS/ha)**

Ocorreram efeitos significativos para cultivares (C), adubações (A) e para a interação A x C (Tabela 12).

Os valores médios obtidos para tonelada de matéria seca por hectare (tMS/ha), em função das adubações e cultivares, estão apresentados na Tabela 14.

Para as cultivares IAC86-2480, IAC 93-3046 e SP 79-1011, a adubação química proporcionou um resultado de tMS/ha inferior, quando comparado à adubação orgânica, associada ou não à adubação química. Entretanto, as

diferentes formas de adubação não influenciaram o desempenho de tMS/ha para as cultivares RB72454 e SP 80-1842.

TABELA 14 Valores médios obtidos para tonelada de matéria seca por hectare (tMS/ha), em função das adubações e cultivares estudadas.

Cultivares	Adubações			Médias
	Mineral	Org + min.	Orgânica	
IAC86-2480	11,14 bB	15,47 aB	16,14 aB	14,25 B
IAC93-3046	13,36 bB	22,11 aA	23,29 aA	19,59 B
RB72454	25,80 aA	28,08 aA	29,17 aA	27,69 A
SP79-1011	9,51 bB	14,00 aB	14,36 aB	12,62 B
SP80-1842	25,05 aA	25,19 aA	25,98 aA	25,40 A
Médias	16,97 b	20,97 a	21,79 a	

As médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e maiúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Para a adubação mineral, as cultivares IAC86-2480, IAC93-3046 e SP79-1011 apresentaram resultado de tMS/ha inferior aos das demais. Quando foi utilizada a adubação mineral associada à adubação orgânica e à adubação orgânica exclusiva, as cultivares IAC86-2480 e SP79-1011 tiveram desempenho inferior ao das demais.

A utilização da adubação mineral proporcionou um resultado de tMS/ha inferior, quando comparado à utilização da adubação orgânica combinada com a adubação mineral e a adubação orgânica exclusiva. Isso pode ser explicado pelo efeito benéfico da matéria orgânica que aumentou o rendimento de colmos, principal componente da matéria seca final de cana-de-açúcar por área. Este aumento proporcionado foi de 28,4%, quando se comparam a adubação orgânica e a química exclusivamente.

Verifica-se que as cultivares de cana-de-açúcar RB72454 e SP80-1842 apresentaram-se superiores em relação às demais, tendo RB 72454 apresentado incremento de 9,0% em relação à cultivar SP80-1842.

Carvalho (1992), analisando cinco cultivares de cana-de-açúcar para forragem, também encontrou diferenças significativas entre elas para rendimento de matéria seca por hectare. O mesmo autor ainda mencionou produtividade de 34,57 tMS/ha para a cultivar RB 72-454, enquanto, no presente trabalho, a produtividade foi de 27,69 tMS/ha.

#### 4.2.3 Porcentagem de colmos

Ocorreram diferenças significativas para os fatores cultivares, adubações e épocas de corte, assim como para as interações entre adubações x cultivares e épocas de corte x adubações (Tabela 12).

Os valores médios obtidos para porcentagem de colmos em função das formas de adubações e cultivares estudadas estão apresentados na Tabela 15.

TABELA 15 Valores médios obtidos para porcentagem de colmos, em função das formas de adubações e cultivares estudadas.

Variedades	Adubações			Médias
	Mineral	Org + min.	Orgânica	
IAC86-2480	72,61 aC	75,27 aA	77,58 aB	75,15 B
IAC93-3046	64,60 bD	76,29 aA	74,79 aB	71,89 B
RB72454	84,83 aA	79,80 bA	85,54 aA	83,39 A
SP79-1011	76,82 aB	78,84 aA	89,19 aA	78,62 A
SP80-1842	72,50 aC	75,21 aA	75,45 aB	74,39 B
Médias	74,27 b	77,08 a	78,71 a	

As médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e maiúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

As cultivares IAC86-2480, SP79-1011 e SP80-1842 não apresentaram diferenças significativas na porcentagem de colmos, em função das formas de adubação aplicadas. Já para a cultivar IAC93-3046, quando se fez adubação química, o percentual de colmos foi menor que os obtidos na adubação orgânica exclusiva ou associada à adubação mineral. Entretanto, para a cultivar RB72454,

a adubação orgânica associada à mineral proporcionou porcentagem de colmos inferior à das demais.

Quando foi utilizada a adubação mineral, a cultivar RB72454 apresentou resultado superior aos das demais, tendo a cultivar IAC93-3046 apresentado resultado inferior ao das demais. Para a associação entre a adubação química e orgânica, não ocorreu diferenças no comportamento das cultivares e, quando a adubação foi orgânica, as cultivares RB72454 e SP79-1011 apresentaram-se com a maior porcentagem de colmos, sendo superiores à de outras cultivares.

Na média das cultivares, as cultivares RB72454 e SP79-1011 foram superiores às demais. Isso mostra que essas cultivares têm colmos mais pesados que as demais.

Os valores médios obtidos para porcentagem de colmos, em função das épocas de corte e formas de adubações aplicadas, estão apresentados na Tabela 16.

TABELA 16 Valores médios obtidos para porcentagem de colmos, em função das épocas de corte e das formas de adubações aplicadas.

Adubações	ÉPOCA DE CORTE		Médias
	AGOSTO	OUTUBRO	
Mineral	78,41 aA	70,13 bB	74,27 B
Org + mineral	77,52 aA	76,65 aA	77,08 A
Orgânica	80,41 aA	77,01 aA	78,71 A
Médias	78,79 a	74,59 b	

As médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e maiúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Verifica-se que quando foi realizada a adubação química, a porcentagem de colmos diminuiu significativamente da primeira (agosto) para a segunda época (outubro). Quando se utilizou a adubação orgânica, associada ou não ao adubo químico, não houve diferença entre as épocas.

Na primeira época de corte, em agosto, não ocorreram diferenças significativas entre as formas de adubação. Entretanto, quando o corte foi

realizado na segunda época, em outubro, a adubação mineral proporcionou uma porcentagem de colmos inferior em relação às demais formas de adubação.

Na média, a porcentagem de colmos foi superior quando as plantas foram submetidas à adubação orgânica, na presença ou não da adubação mineral, em relação às plantas submetidas somente à adubação mineral. Tal como foi verificado para TCH e tMS/ha, a matéria orgânica, como condicionadora de solo, foi importante.

### 4.3 Parâmetros bromatológicos

Os resumos das análises de variância para os parâmetros bromatológicos estão apresentados na Tabela 17.

TABELA 17 Resumo das análises de variância para os parâmetros bromatológicos de colmos de cana-de-açúcar, em função dos tratamentos aplicados.

Causas de variação	GL	Quadrado médio		
		% PB	% EE	% FIBRA
Cultivares (C)	4	0,062055	0,010050	0,100257
Blocos	2	0,055205	0,038209	0,087023
erro "a"	8	0,023242	0,011512	0,082607
Adubações (A)	2	0,000670	0,012985	0,326162**
A x C	8	0,001932	0,004123	0,057277
erro "b"	20	0,005315	0,005247	0,033637
Época de corte (E)	1	0,157620**	0,084771**	6,222475**
E x C	4	0,015661**	0,002102	0,087279
E x A	2	0,005531	0,005624	0,063325
E x A x C	8	0,004979	0,005023	0,062020
Erro "c"	30	0,005626	0,005252	0,064955
CV - % (C)		6,19	7,17	5,95
CV - % (A)		2,96	4,85	3,80
CV - % (E)		3,05	4,84	5,28

\* - Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F. \*\* - Significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

#### 4.3.1 Porcentagem de proteína bruta (%PB)

Ocorreram efeitos significativos para porcentagem de proteína bruta em função das épocas de corte (Tabela 17). Na Tabela 18, estão apresentados os

valores médios obtidos para este parâmetro, em função das épocas de corte estudadas.

TABELA 18 Valores médios obtidos para porcentagem de proteína bruta, em função das épocas de corte estudadas.

<b>Época de corte</b>	<b>% PB</b>
Agosto	4,87 b
Outubro	5,28 a

As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Verifica-se que, em agosto (primeira época de corte), o teor de proteína bruta foi menor que em outubro (segunda época de corte). O aumento do teor de proteína bruta na segunda época de corte, provavelmente, está associado aos efeitos da geada na necrose da gema apical, que proporcionou um perfilhamento lateral pronunciado, contribuindo para elevar o teor de proteína bruta. Muraro (2007) relatou que, com o aumento do tempo de cultivo, também ocorreu um incremento na porcentagem de proteína bruta, corroborando os resultados deste trabalho.

Estudando o comportamento de cinco cultivares de cana-de-açúcar e cinco épocas de colheita, Carvalho (1992), a partir de colmos e folhas, encontrou diferenças significativas para as épocas de colheita, em que o teor de PB foi decaindo da primeira época de corte, aos 212 DAP, até a última época de corte, aos 336 DAP. Neste trabalho aconteceu o inverso, quando o teor de PB na segunda época de corte foi superior ao encontrado na primeira época de corte.

Anjos (1995) não encontrou diferenças significativas para PB entre cultivares para forragem, o que corrobora os resultados do presente trabalho, no qual também não foram encontradas diferenças significativas entre as cultivares.

Preston & Leng (1980) mencionaram que o teor de proteína bruta é baixo em cultivares de cana-de-açúcar, sendo característico dessa espécie forrageira. Em virtude disso, o teor de proteína bruta não é indicado como

critério na escolha de cultivares para serem utilizadas na alimentação animal (Mello et al., 2006). Mesmo as canas com alto teor proteico são forrageiras de baixa proteína, sendo necessária a suplementação para a alimentação de ruminantes (Teixeira, 2004).

#### 4.3.2 Porcentagem de extrato etéreo (%EE)

Ocorreram efeitos significativos em função das épocas de corte (Tabela 17). Na Tabela 19, estão apresentados os valores médios obtidos para este parâmetro, em função das diferentes épocas de corte estudadas.

TABELA 19 Valores médios obtidos para porcentagem de extrato etéreo, em função das épocas de corte.

Época de corte	% EE
Agosto	1,16 b
Outubro	1,34 a

As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Verifica-se que quando a cana-de-açúcar foi colhida em outubro, a porcentagem de extrato etéreo foi superior em relação à colheita realizada em agosto. Muraro (2007) também encontrou diferenças na porcentagem de extrato etéreo em função da época de colheita, embora tenha encontrado um decréscimo na porcentagem de extrato etéreo com o aumento da idade de colheita da cana-de-açúcar.

Nussio et al. (2006) relataram valor máximo de 1,28% de extrato etéreo em 26 amostras analisadas, semelhante ao presente estudo.

Teixeira (2004) menciona que o teor de extrato etéreo na cana-de-açúcar é composto, na maior parte, pela camada de material seroso que recobre o colmo, encontrado com maior frequência na região dos entrenós. Este material atua como uma proteção contra a evaporação excessiva da umidade presente na

superfície do caule. A importância da cana-de-açúcar como fonte de energia na forma de gordura é praticamente nula.

#### 4.3.3 Porcentagem de fibra (% Fibra)

Ocorreram efeitos significativos para porcentagem de fibra em função das épocas de corte e das formas de adubação utilizadas (Tabela 17). Os valores médios obtidos para porcentagem de fibra, em função das formas de adubações estudadas, estão apresentados na Tabela 20.

TABELA 20 Valores médios obtidos para porcentagem de fibra, em função das formas de adubações utilizadas.

Adubações	% Fibra
Orgânica	21,59 b
Orgânica + mineral	22,27 b
Mineral	23,47 a

As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

A utilização da adubação mineral proporcionou porcentagem de fibras superior em relação à utilização da adubação orgânica combinada com a adubação mineral e a adubação orgânica exclusiva.

Anjos (1995) mencionou que quando são aumentadas as doses de nitrogênio ocorre uma significativa redução nos teores de fibra % cana, o que foi constatado neste trabalho, no qual a adubação orgânica, combinada ou não com a adubação mineral, proporcionou os menores valores de porcentagem de fibra, provavelmente em função de uma maior disponibilidade de N, devido à mineralização da matéria orgânica no decorrer do cultivo de forma gradativa, embora a dosagem de N tenha sido a mesma.

Já Garcia (2005) verificou que as formas de adubação não influenciaram significativamente o teor fibra % cana, diferentemente dos resultados obtidos neste trabalho.

Na Tabela 21 são apresentados os valores médios obtidos para este parâmetro, em função das épocas de corte estudadas.

TABELA 21 Valores médios obtidos para a porcentagem de fibra, em função das épocas de corte.

<b>Época de corte</b>	<b>% Fibra</b>
Agosto	19,91 b
Outubro	24,98 a

As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Verifica-se que, quando a cana-de-açúcar foi colhida em outubro, a porcentagem de fibra foi maior do que a colhida em agosto. Provavelmente, isso aconteceu em função da continuidade de maturação da cana, tendo a mesma atingido o seu ápice de maturação nesta época. Rodella (1974), Fernandes (1982) e Parazzi et al. (1985) citaram que a elevação no teor de fibra normalmente acontece com o aumento da maturação da cana-de-açúcar.

Basile Filho (1992), trabalhando com três cultivares de cana-de-açúcar, também encontrou um aumento no teor de fibra % cana, com o transcorrer da safra.

Estudando o comportamento de cinco cultivares de cana-de-açúcar submetidas a cinco épocas de colheita, Carvalho (1992) verificou que os teores de fibra % cana mantiveram-se constantes de maio a julho e apresentaram um acréscimo nos meses de agosto e setembro, o que corrobora os resultados deste trabalho.

## **5 CONCLUSÕES**

As cultivares RB72454 e SP80-1842 constituem a melhor opção para o uso forrageiro, já que proporcionam maior rendimento de matéria seca por área, para a região estudada

A adubação orgânica, associada ou não à adubação mineral, proporciona maior rendimento de matéria seca por área do que a adubação mineral exclusiva.

As épocas de corte não influenciam o rendimento forrageiro.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL 2008. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Agroinformativo, 2007. p. 235-264. (Cana-de-açúcar).
- ALBUQUERQUE, G. A. C.; MARINHO, M. L. Adubação na região Norte-Nordeste. In: ORLANDO FILHO, J. (Coord.). **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: Instituto do Açúcar e do Alcool, 1983. p. 267-286.
- ALEXANDER, A. G. **Sugarcane physiology: a comprehensive study of the *Saccharum* source-to-sink system**. Amsterdam: Elsevier, 1973. 752 p.
- AMBROSANO, E. A.; TRIVELIN, P. C. O.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G. M. B.; SCHAMMASS, E. A.; GUIRADO, N.; ROSSI, F.; MENDES, P. C. D.; MURAOKA, T. Utilization of nitrogen from green manure and mineral fertilizer by sugarcane. **Scientia Agrícola**, v. 62, p. 534-42, 2005.
- ANDRADE, L. A. de B. Cultura da cana-de-açúcar. In: CARDOSO, M. das G. (Ed.). **Produção de aguardente de cana**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2006. p.25-67.
- ANJOS, I. A. dos. **Avaliação do potencial forrageiro e industrial de duas variedades de cana-de-açúcar (cana soca), sob diferentes doses de nitrogênio**. 1995. 59 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia. Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- ANJOS, I. A. dos **Produtividade agrícola, rendimento e qualidade da aguardente artesanal de diferentes variedades de cana-de-açúcar**. 2001. 101 p. Tese (Doutorado em Agronomia. Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- ANJOS, I. A. dos; ANDRADE, L. A. de B.; GARCIA, J. C.; FIGUEIREDO, P. A. M. de; CARVALHO, G. J. de. Efeitos da adubação orgânica e da época de colheita na qualidade da matéria-prima e nos rendimentos agrícola e de açúcar mascavo artesanal de duas cultivares de cana-de-açúcar (cana-planta). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, jan./fev. 2007.
- ANUALPEC 2008. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Agroinformativo, 2007. p. 3-6. (Pecuária).
- ARAÚJO, A. M. S.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. Mineralização do C e do N em amostras armazenadas de solo e cultivadas com cana-de-açúcar, ao

longo de dez anos, com e sem fertilização nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 43-53, 2001.

AREVALO, E. O. R. **Avaliação pelo capim colônião 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.; BASSICHELO, A. I.; MENESEZ, L. L. Alternativas para avaliação de produção de cana-de-açúcar. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos**, Piracicaba, v.16, n. 5, p. 20, maio/jun. 1998.

BACCHI, O. S. **Geadas**: procedimento com a cana-de-açúcar atingida. Piracicaba: PLANALSUCAR – Coordenadoria Regional Sul, 1982. 36 p.

BANDA, M.; VALDEZ, R.E. Effect of stage of maturity on nutritive value of sugar cane. **Tropical Animal Production**, Tampico, v. 1, n. 2, p. 94-97, 1976.

BARBOSA, E. A. **Avaliação de cinco variedades de cana-de-açúcar para o município de Salinas**. 2005. 70 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.

BARBOSA, V.; SICHIERI, A. J.; CAMPOS, M. S. Controle da matocompetição no agro-ecossistema da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. de S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. de **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP2, 2006. p. 225-238.

BASANTA, M. V.; DOURADO NETO, D.; REICHARDT, K.; BACCHI, O. O. S.; OLIVEIRA, J. C. M.; TRIVELIN, P. C. O.; TIMM, L. C.; TOMINAGA, T. T.; CORRECHEL, V.; CÁSSARO, F. A. M.; PIRES, L. F.; MACEDO, J. R. Eficiência no uso de nitrogênio em relação aos manejos dos resíduos da cultura da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 8., 2002, Recife. **Anais...** Olinda: STAB, 2002. p. 268-275.

BASILE FILHO, A. **Desenvolvimento, produção e qualidade tecnológica de três variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*), conduzidas sob espaçamento reduzido e tradicional de plantio em condições de cana-de-ano**. 1992. 114 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BASTOS, C. R.; CAMARGO, A. P.; BOVI, V.; CIONE, J.; RIBEIRO, R. F. Efeito da geada nas características tecnológicas de algumas variedades de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Campinas, v. 18, n. 6, p. 565-574, 1983.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 9-26.

BEAUCLAIR, E. G. F. de Planejamento e estimativa na produção de cana. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 1, n. 1, p. 24-27, jan./jun. 2004.

BEAUCLAIR, E. G. F. de; PENTEADO, C. R. Cronograma de corte da cana-de-açúcar através da programação linear. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 2., 1984, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Centro de Tecnologia Copersucar, 1984. p. 424-434.

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

BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; REIS, V. Endophytic nitrogen fixation in sugarcane: present knowledge and future applications. **Plant and Soil**, The Hague, v. 252, p. 139-149, 2003.

BOIN, C. Cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. In: D'ARC, R. D.; BOIN, C.; MATTOS, W. R. S. **Utilização de resíduos agro-industriais da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes**. Piracicaba: FEALQ, 1985. p. 19-47.

BOIN, C.; MATTOS, W. R. S.; D'ARCE, R. D. Cana de açúcar e seus subprodutos na alimentação de ruminantes. In: PARANHOS, S. B. **Cana de açúcar, cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargil, 1987. v. 2, p. 805-856.

BONNET, J. A. Chemical concept about sucrose formation and maturity status of harvested sugarcane in Puerto Rico. **Sugar Journal**, v. 25, n. 1, p. 45-76, 1962.

BRIEGER, F. O.; PARANHOS, S. B. Técnica cultura. In: INSTITUTO BRASILEIRO DA POTASSA. **Cultura e adubação da cana-de-açúcar**. São Paulo: IBP, 1964. p. 138-190.

BUITRAGO, J.; OBANDO, H.; MANER, J. H.; CORZO, M.; MONCADA, A. **Subprodutos de la cana de azucar em la nutrición porcina**. Coli: Col., ICA/CIAT, 1977. 43 p. (ICA/CIAT, Series ES-23).

CAMPOS, O. F. de; LIZIEIRE, R. S. **Gado de leite: o produtor pergunta, a EMBRAPA responde**. Coronel Pacheco: EMBRAPA – CNPGL; Brasília: EMBRAPA – SPI, 1993. 213 p.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van. Adubação nitrogenada no Estado de São Paulo. In: SANTA, M. B. M. (Ed.). **Adubação nitrogenada no Brasil**. Ilhéus: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1985. p. 47-79.

CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O.; VITTI, A. C. Nitrogênio e enxofre na cultura da cana-de-açúcar. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. e; VITTI, G. C. (Ed.). **Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**. Piracicaba: IPNI, 2007. p. 356-412.

COOPERATIVA DOS AGRICULTORES DA REGIÃO DE ORLÂNDIA. **Caracterização de cultivares de cana-de-açúcar**. 2005. Disponível em: <[www.carol.com.br/estilo/boletim.jsp?edi=16&pag=4](http://www.carol.com.br/estilo/boletim.jsp?edi=16&pag=4)>. Acesso em: 22 dez. 2008.

CARVALHO, G. J. de **Avaliação do potencial forrageiro e industrial de variedades de cana-de-açúcar (ciclo de ano) em diferentes épocas de corte**. 1992. 66 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia. Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CARVALHO, G. J.; ANDRADE, L. A. de B.; EVANGELISTA, A. R.; OLIVEIRA, P. S. R. Avaliação do potencial forrageiro de cinco variedades de cana-de-açúcar de ciclo de ano em diferentes estádios de desenvolvimento. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos**, Piracicaba, v. 11, p. 16 - 23, 1993.

CASAGRANDE, A. A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: UNESP/FUNEP, 1991. 15 p. (Boletim sobre os aspectos morfológicos da cana-de-açúcar).

CASTRO, H. S. de. **Rendimentos agrícola e forrageiro de três cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), em diferentes épocas de corte**. 2008. 39 p.

Dissertação (Mestrado em Agronomia. Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CESNIK, R.; MIOCQUE, J. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2004. 307 p.

CHAPMAN, L. S.; HAYSOM, M. B. C.; SAFFIGNA, P. G. The recovery of N-15 from labeled urea fertilizer in crop components of sugarcane and in soil profiles. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 45, p. 1577-1585, 1994.

COLETI, J. T.; CASAGRANDE, J. C.; STUPIELLO, J. J. L.; RIBEIRO, L. D.; OLIVEIRA, G. R. Remoção de macronutrientes pela cana-planta e cana-soca, em argissolos, variedades RB 83-5486 e SP 81-3250. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 8., 2002, Recife. **Anais...** Olinda: STAB, 2002. p. 316-332.

CORSI, M.; FARIA, V. P. de **Atualização em produção de forragens**. Piracicaba: FEALQ, 1986. 25 p.

COSTA JÚNIOR, E. M. A.; TEIXEIRA, N. M.; MELLO, R. P. de; CASTRO, F. G. de; SCARTELLI, F. P.; TAVARES, M. da S.; RIBEIRO, P. J. **Demonstrativo de atividade leiteira em fazendas acompanhadas na região de Juiz de Fora, Minas Gerais**. Coronel Pacheco: EMBRAPA – CNPGL, 1982. (Documento, 5).

DEMATTÊ, J. L. I. Recuperação e manutenção da fertilidade dos solos. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 1, n. 1, p. 48-59, jan./jul. 2004.

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.

DIAS, F. L. F. **Relação entre a produtividade, clima, solos e variedades de cana-de-açúcar, na Região Nordeste do Estado de São Paulo**. 1997. 64 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

DIAS, F. L. F.; ROSSETTO, R. Calagem e adubação da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. de S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. de

**Atualização em produção de cana-de-açúcar.** Piracicaba: CP2, 2006. p. 57-65.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas.** Tradução de E. Malavolta. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos / São Paulo: Universidade de São Paulo, 1975. 344 p.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings of the National Academy Science of the Unites States of America**, Washington, v. 91, n. 1, p. 11-17, Jan. 1994.

FARIA, V. P. O uso da cana-de-açúcar para bovinos no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 1-16.

FERNANDES, A. C. **Comportamento agroindustrial de seis variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) com e sem fertirrigação.** 1982. 82 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

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

FERNANDES, A. C.; FURCO, A. M. Deterioração de cana-de-açúcar após a geada de 1981. **Boletim Técnico Copersucar**, São Paulo, n. 24, p. 5-12, 1983.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-228.

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 DE PLANTAS, 21., 1994, Petrolina. **Anais...** Petrolina: SBSC/EMBRAPA-CPATSA, 1994. p. 265-267.

FRENEY, J. R.; DENMEAD, O. T.; WOOD, A. W.; SAFFIGNA, P. G.; CHAPMAN, L. S.; HAM, G. J.; HERNEY, A. P.; STEWART, R. L. Factors controlling ammonia loss from trash covered sugarcane fields fertilized with urea. **Fertilizer Research**, v. 31, p. 341-349, 1992.

FURLANI, A. M. C. Nutrição mineral. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p. 40-75.

GARCIA, J. C. **Efeitos da adubação orgânica, associada ou não à adubação química, calagem e fosfatagem nos rendimentos agrícola e de aguardente teórico da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. 2005. 82 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

GAVA, G. J. de C.; TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, M. W.; PENATTI, C. P. Crescimento e acúmulo de nitrogênio em cana-de-açúcar cultivada em solo coberto com palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1347-1354, 2001.

GAVA, G. J. de C.; TRIVELIN, P. C. O.; VITTI, A. C.; OLIVEIRA, M. W. Recuperação do nitrogênio (N-15) da uréia e da palhada por soqueira de cana-de-açúcar (*Saccharum app.*). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, p. 621-630, 2003.

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

HART, C. E. Effect of potassium deficiency upon translocation of caobon-14 in detached blades of sugarcane. **Plant Physiology**, Rockville, v. 45, p. 183-187, 1970.

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, v. 24, n. 3, p. 274-276, 2001.

KORNDORFER, G.; RIBEIRO, A. C.; ANDRADE, L. A. de B. Cana-de-açúcar. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 285-288.

KORNDORFER, G. H. Fósforo na cultura da cana-de-açúcar. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. (Ed.). **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFOS, 2004. p. 291-305.

KORNDORFER, G. H.; ALCARDE, J. C. Acúmulo 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. 1992.

KORNDORFER, G. H.; FARIA, R. J. de; MARTINS, M. Efeito do fósforo na produção da cana-de-ano e cana-soca cultivada em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 10, p. 1667-1673, 1998. (Notas Científicas).

KORNDORFER, G. H.; OLIVEIRA, L. A. O Potássio na cultura da cana-de-açúcar. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. L. (Ed.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFOS, 2005. p. 469-490.

KORNDORFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura**. 3.ed. Uberlândia: GPSi/ICIAG/UFU, 2004. 28 p. (Boletim Técnico, 1).

KORNDORFER, G. H.; VALLE, M. R.; MARTINS, M.; TRIVELIN, P. C. O. Aproveitamento do nitrogênio da uréia pela cana planta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, p. 23-6, 1997.

KUNG Jr., L.; STANLEY, R. W. Effect of stage of maturity on the nutritive value of wholeplant sugarcane preserved as silage. **Journal of Animal Science**, Champaign v. 54, n. 4, p. 689-696, 1982.

LANA, R. M. Q.; KORNDORFER, G. H.; ZANÃO JÚNIOR, L. A.; MACIEL JÚNIOR, V. A. Parcelamento da adubação potássica na cana-planta. **STAB**, açúcar, álcool e subprodutos. Piracicaba, v. 23, n. 2, p. 28-31, 2004.

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P.; VASCONCELOS, A. C. M. de; XAVIER, M. A.; BIDOIA, M. A. P.; PRADO, H. do; SILVA, M. de A.; DINARDO-MIRANDA, L. L.; SANTOS, A. da S. dos; PERECIN, D.; ROSSETTO, R.; SILVA, D. N. da; MARTINS, A. L. M.; GALLO, P. B.; KANTHACK, R. A. D.; CAVICHIOLI, J. C.; VEIGA FILHO, A. de A.; ANJOS, I. A. dos; AZANIA, C. A. M.; PINTO, L. R.; SOUZA, S. A. C. D. de **Variedades de cana-de-açúcar para o Centro – Sul do Brasil: 15ª** liberação do programa cana IAC (1959 – 2005). Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 2005. 33p. (Série Tecnológica APTA, Boletim Técnico IAC; 197).

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; RODRIGUES, A.A.; CRUZ, G. M. da; BATISTA, L. A. R.; FIGUEIREDO, P.; SILVA, M. de A.; BIDOIA, M. A.

P.; ROSSETTO, R.; MARTINS, A. L. M.; GALLO, P. B.; KANTHACK, R. A. D.; CAVICHIOLI, J. C.; VASCONCELOS, A. C. M. de; XAVIER, M. A. **A variedade IAC 86-2480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros: manejo de produção e uso na alimentação animal.** Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2002. 39p. (Série Tecnológica APTA, Boletim Técnico IAC, 193).

LANDELL, M. G. A.; XAVIER, M. A.; ANJOS, I. A. dos; VASCONCELOS, A. C. M. de; PINTO, L. R.; CRESTE, S. Manejo varietal em cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. de S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. de **Atualização em produção de cana-de-açúcar.** Piracicaba: CP2, 2006. p. 57-65.

LEE, T. S. G. Efeitos e procedimentos com a cana-de-açúcar atingida pela geada antes da maturação. **Saccharum**, São Paulo, v. 6, n. 28, p. 12-19, 1983.

LEITE, G. M. V. **Fontes e doses de silicato no rendimento agrícola e na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar.** 2006.d 52 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia. Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

LIMA, A. F. P.de; CASAGRANDE, A. A.; BARBOSA, J. C.; NEME, L. H. Comportamento de variedades de cana-de-açúcar no município de Dumont – SP, com a ocorrência de déficits hídricos no período de desenvolvimento. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos**, Piracicaba, v. 9, n. 12, p. 31-8, set./dez. 1990.

MAGALHÃES, A. C. N. Ecofisiologia da cana-de-açúcar: aspectos do metabolismo do carbono na planta. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. (Coord.). **Ecofisiologia da produção.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p. 133-138.

MALAVOLTA, E. **Fertilizing for high yield sugarcane.** Basel: International Potash Institute, 1994. 104 p. (Bulletin, 14).

MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; MELLO, F. A. F. de; BRASIL SOBRINHO, M. O. C. **Nutrição mineral de algumas culturas tropicais.** São Paulo: Livraria Pioneira: EDUSP, 1967. 241 p.

MARCHIORI, L. F. S. **Influência da época de plantio e corte na produtividade de cana-de-açúcar.** 2004. 277 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

MARGARIDO, F. B. Planejamento agrícola em cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. de S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. de **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP2, 2006, p. 225-238.

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**: açúcar, álcool e subprodutos, Piracicaba, v. 1, n. 3, p. 110-18, maio/jun. 1982.

MATSUOKA, S.; HOFFMANN, H. P. Variedades de cana-de-açúcar para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 17-35.

MATSUOKA, S.; MARGARIDO, L. A. C.; LAVORENTI, N. A.; ELIAS JÚNIOR, R.; PINELL, D. M. Comportamento de variedades de cana-de-açúcar em um sistema orgânico de produção. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 8., 2002, Recife. **Anais...** Recife: STAB, 2002. p. 301-308.

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

MAULE, R. F.; MAZZA, J. A.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Produtividade agrícola de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos e épocas de colheita. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 295-301, abr./jun., 2001.

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

MELLO, S. Q. S.; FRANÇA, A. F. de S.; LIMA, M. L. M.; RIBEIRO, D. S.; MIYAGI, E. S.; REIS, J. G. dos Parâmetros do valor nutritivo de nove variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, n. 4, p. 373-380, 2006.

MENDONÇA, J. R. de Efeito da geada de julho de 1981 nas características tecnológicas das diferentes variedades e clones de cana-de-açúcar. **Boletim Técnico Copersucar**, São Paulo, n. 24, p. 16-21, 1983.

MENDONÇA, J. R. de; NOCITI, P. R. H.; DEOTTI, R. C. Estudo de diferentes épocas de corte em cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA

AGRONÔMICA, 2., Piracicaba, 1984. **Anais...** Piracicaba: Centro de Tecnologia Copersucar, 1984. p. 140-149.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 5.ed. Dordrecht: Kluwer Academic, 2001. 849 p.

MEYER, B. S.; ANDERSON, D. B.; BOHNING, R. H.; FRATIANNE, D. G. **Introduction to plant physiology**. New York: D. Van Nostrand Company, 1973. 565 p.

MOREIRA, H. A. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 108, p. 14-16, 1983.

MORELLI, J. L.; NELLI, E. J.; BAPTISTELLE, J. R.; DEMATÊ, J. L. I. Termofosfato na produtividade da cana-de-açúcar e nas propriedades químicas de um solo arenoso de baixa fertilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 57-61, 1991.

MOZAMBANI, A. E.; PINTO, A. de S.; SEGATO, S. V.; MATTIUZ, C. F. M. História e morfologia da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. de S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. de **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP2, 2006. p.225-238.

MURARO, G. B. **Impacto do espaçamento, número de cortes e da idade de corte na produção e composição bromatológica de cana-de-açúcar para silagem**. 2007. 77 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

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.

NICOLAIEWSKY, S.; PENZ JUNIOR, A. M.; BERTOL, M. T.; SESTI, L. A. C. Cana-de-açúcar como fonte de energia na alimentação de fêmeas suínas gestantes. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 353-358, 1992.

NUNES JÚNIOR, S. M.; SCHOUCHANA, D. T. Determinação do valor econômico de variedade de cana-de-açúcar em função das épocas de corte e das distâncias da usina. **Boletim Técnico Copersucar**, São Paulo, n. 25 p. 2-10, 1984.

NUSSIO, L. G.; PONCHIO, L. Cana de açúcar. **Leite DPA**, São Paulo, v. 4, n. 39, p. 8–12, maio 2004.

NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P.; SCHOGOR, A. L. B.; MARI, L. J. Cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p. 277-328.

OLIVEIRA, J. C. M.; REICHARDT, K.; BACCHI, O. O. S.; TIMM, L. C.; DOURADO NETO, D.; TRIVELIN, P. C. O.; TOMINAGA, T. T.; NAVARRO, R. C.; PICCOLO, M. C.; CASSARO, F. A. M. Nitrogen dynamics in a soil-sugarcane system. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 3, p. 467-472, 2000.

OLIVEIRA, M. D. S. de **Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. 128 p.

OLIVEIRA, M. W.; MENDES, L. C.; BARBOSA, M. H. P. Avaliação do potencial produtivo de sete variedades de cana-de-açúcar sob irrigação complementar. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25., 2002, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002a. p. 2-3.

OLIVEIRA, M. W.; TRIVELIN, P. C. O.; BOARETTO, A. E.; MURAOKA, T.; MORTATTI, J. Leaching of nitrogem, potassium, calcium, magnesium in a sandy soil cultivated with sugarcane. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 6, p. 861-868, 2002b.

OLIVEIRA, M. W.; TRIVELIN, P. C. O.; KINGSTON, G.; BARBOSA, M. H. P.; VITTI, A. C. Decomposition and realease of nutrients from sugarcane trash in two agricultural environments in Brazil. **Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane Technologists**, v. 24, p. 40, 2002c.

ORLANDO FILHO, J.; HAAG, H. P.; ZAMBELLO JÚNIOR, E. **Crescimento e absorção de macronutrientes pela cana-de-açúcar, variedade CB 41-74, em função da idade, em solos do Estado de São Paulo**. Piracicaba: PLANALSUCAR, v. 2, p. 1-128. 1980. (Boletim Técnico).

ORLANDO FILHO, J.; MURAOKA, T.; RODELLA, A. A.; ROSSETTO, R. Fontes de potássio na adubação de cana-de-açúcar: KCl e K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS

AÇUCAREIROA E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 5., 1993, Águas de São Pedro. **Anais...** Piracicaba: STAB, 1993. p. 39-43.

PARAZZI, C.; BORGES, M. T. M. R.; STURION, A. C. Qualidade tecnológica de nove variedades de cana-de-açúcar (cana soca). **Brasil Açucareiro**. Rio de Janeiro, v.103, n.4/5/6, p. 4-13, jul./dez. 1985.

PEIXOTO, A. M. A cana-de-açúcar como recurso forrageiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGEM. SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 8., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 17-47.

PEOPLES, T. R.; KOCH, D. E. Role of potassium in carbon dioxide assimilation in *Medicago sativa* 1. **Plant Physiology**, Rock Ville, v. 63, p. 878-81, 1979.

PFLUGER, R; MENGEL, K. The photochemical activity of chloroplasts obtained from plants with a different potassium nutrition. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 36, n. 3. p. 417-425, 1972.

PIRES, O. E. L. S.; BARBOSA, G. P.; FARIAS, S. O.; MELO, M. M. Influência da época de colheita na qualidade da variedade de cana-de-açúcar RB 72-454 florescida. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos**, Piracicaba, v. 6, n. 2, p. 36-38, nov./dez. 1987.

PITOMBO, L. H. Arroz com feijão na seca. **DBO Rural**, v. 12, n. 156, p. 14 -7, 1993.

PRESTON, T. R. Nutrition limitations associated with the feeding of tropical forages. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 54, n. 4, p. 877-883, 1982.

PRESTON, T. R.; HINOJOSA, C.; MARTINEZ, L. Ensiling of sugarcane with ammonia molasses and mineral acids. **Tropical Animal Production**, London, v. 1, p. 120-6, 1976.

PRESTON, T. R.; LENG, R. A. Utilization of tropical feeds by ruminants. In: RUCKBUSH, T.; THIVELAND, P. **Digestive physiology and metabolism in ruminants**. Westport: AVI, 1980. p. 620-640.

PRESTON, T. R.; WILLIS, M. B. **Intensive beef production**. 2.ed. London: Billing, 1974.

PREZOTTI, L. C.; DEFELIPO, B. V. Formas de potássio em solos do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 109-114, 1987.

RAIJ, B. van **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Ceres, 1991. 343 p.

RAMESH, P. Effect of different levels of drought during the formative phase on growth parameters and its relationship with dry matter accumulation in sugarcane. **Journal Agronomy & Crop Science**, Berlim, v. 185, p. 83-39, 2000.

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

RAO, S.; VEERANNA, V. S. Substitution of inorganic nitrogen through local organic manure in sugarcane. **Journal of Maharashtra Agricultural Universities**, Pune, v. 23, p. 104-06, 1998.

RESTLE, J.; ANDRADE, P. A. A importância das forragens na dieta. **Alimentação Animal**, São Paulo, v. 3, n. 10, p. 18-19, 1998.

REZENDE SOBRINHO, E. A. **Comportamento de variedades de cana-de-açúcar em latossolo roxo, na região de Ribeirão Preto – SP**. 2000. 85 p. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal) – UNESP – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais 5ª. aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C.; CASAGRANDE, D. V.; IDE, B. Y. **Plantio de cana-de-açúcar: Estado da arte**. Piracicaba, 2007, 198 p.

RODELLA, A. A. Influência do clima, solo e idade na relação caldo fibra de diferentes variedades de cana. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 84, n. 4, 46-51, out. 1974.

RODRIGUES, A. de A.; CRUZ, G. M. da; BATISTA, L. A. R.; LANDELL, M. G. de A.; CAMPANA, M. P.; HOFFMANN, H. P. Efeito de quatro variedades

de cana-de-açúcar no ganho de peso de novilhas canchim. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002.

RODRIGUES, A. de A.; ESTEVES, S.N.; PRIMAVESI, O. Efeito da qualidade de variedades de cana-de-açúcar sobre seu valor como alimento para bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 12, p. 1333-1338, 1997.

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.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H.; ALVES, G. D. Mineralização do carbono e do nitrogênio em solo cultivado com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 99, p. 33-8, 1985.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H.; BETTAMY, J. Dinâmica de nutrientes em cana-de-açúcar. I. Eficiência de utilização de uréia N-15 em aplicação única ou parcelada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 19, n. 8, p. 943-949, 1984.

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.

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

SEGALLA, A. L.; OLIVEIRA, H. D.; POWER, C. V.; SPIRONELO, A.; BASTOS, C. R. Determinação do período de colheita de variedades de cana-de-açúcar através de suas curvas de maturação. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2., 1981, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: STAB, 1981. p. 227-245.

SEGALLA, A. L.; TOKESHI, H. Variedades de cana-de-açúcar para o Brasil, adaptação e recomendação das variedades de cana-de-açúcar para as diversas regiões do país. **Brasil Açucareiro**, v. 98, n. 6, p. 34-40, 1981.

SILVA, I. R. da; MENDONÇA, E. de S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F.; V. ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.;

CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017 p.

SILVA, L. C. F.; CASAGRANDE, J. C. Nutrição mineral da cana-de-açúcar (macronutrientes). In: ORLANDO FILHO, J. (Coord.). **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: Instituto do Açúcar e do Alcool, 1983. p. 77-99.

SILVA, M. de A.; JERONIMO, E. M.; LÚCIO, A. D. Pefilhamento e produtividade de cana-de-açúcar com diferentes alturas de corte e épocas de colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 8, p. 976-986, ago. 2008.

SILVA, S. C. Cana-de-açúcar como alimento volumoso suplementar. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. P. de **Volumosos para bovinos**. Piracicaba, FEALQ, 1993. p. 59-74

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, v. 17, n. 1, p. 53-55, 2002.

SNEHAL, J.; ZENDE, N. A.; JOSHI, S. Biofertilizers and organic manures in sugarcane spaced transplanting method (variedade CO 7527). In: ANNUAL CONVENTION OF THE SUGAR TECHNOLOGISTS, 60., 1998, Simla. **Proceedings...** Simla:STAI :1998. p. 105-113.

STEVENSON, F. J. **Humus chemistry**: genesis, composition and reactions. 2.ed. New York: J. Wiley, 1994. 443 p.

TEIXEIRA, C. B. **Determinantes da degradabilidade entre clones de cana-de-açúcar no rúmen de bovinos**. 2004. 72 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

TORRES, R. A.; RODRIGUES, A. de A.; SILVEIRA, M. I. Suplementação de pastagens de baixa qualidade com a mistura cana-de-açúcar, uréia e sulfato de cálcio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., 1991, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 1991. p. 294.

TRIVELIN P. C. O.; VICTORIA, R. L.; RODRIGUES, J. C. S. Aproveitamento por soqueira de cana-de-açúcar de final de safra do nitrogênio da aquamônia N-

15 e uréia N-15 aplicado ao solo em complemento à vinhaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 12, p. 1375-1385, 1995.

TRIVELIN, P. C. O.; VITTI, A. C.; OLIVEIRA, M. W.; GAVA, G. J. C.; SARRIÉS, G. A. Utilização de nitrogênio e produtividade da cana-de-açúcar (cana-planta) em solo arenoso com incorporação de resíduos da cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 3, p. 636-646, 2002.

TSAI, S. M.; RODRIGUES, J. M.; MELLOTO, M.; TRIVELIN, P. C. O. Aspecto biológico do aproveitamento do nitrogênio pela cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIAS DE MANEJO DE SOLOS E ADUBAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR, 1., 1994, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Instituto de Desenvolvimento Agroindustrial, 1994. p. 86-104.

VALENTE, J. O.; SILVA, J. F. C.; GOMIDE, J. A. Estudo de duas variedades de milho (*Zea mays* L.) e quatro variedades de sorgo para silagem. Produção e composição do material ensilado e das silagens. **Rev. Soc. Bras. Zootecnia**, v. 13, n.1, p. 67-73, 1984.

VALLIS, I.; CATCHPOOLE, V. R.; HUGHES, R. M. M.; MYERS, R. J. K.; RIDGE, D. R.; WEIR, K. L. Recovery in plants and soils of N-15 applied as subsurface bands of urea to sugarcane. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 47, p. 355-70, 1996.

VALLIS, I.; KEATING, B. A. Uptake and loss of fertilizer and soil nitrogen in sugarcane crops. **Proceedings of the Australian Society of Sugarcane Technologists**, v. 16, p. 105-113, 1994.

VASCONCELOS, A. C. M de **Comportamento de clones e variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) nas condições edafoclimáticas da região do vale do parapanema**. 1998. 108 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

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

VITTI, G. C.; MAZZA, J. A. **Planejamento, estratégias de manejo e nutrição da cultura de cana-de-açúcar**. Piracicaba: POTAFOS, 2002. 16 p. (Encarte técnico/Informações agronômicas, 97).

VITTI, G. C.; MAZZA, J. A.; PEREIRA, H. S.; DEMATTÊ, J. L. I. Resultados experimentais do uso do gesso na agricultura – cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO GESSO NA AGRICULTURA, 2., 1992, Uberaba. **Anais...** Uberaba: Instituto Brasileiro do Fosfato, 1992. p. 191-224.

VITTI, G. C.; TREVISAN, T. Manejo de macro e micronutrientes para a alta produtividade da soja. In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). **Soja: tecnologia da produção**. II. Piracicaba: FEALQ, 2000. p. 383-422.

VITTI, A. C.; TRIVELIN, P. C. O.; GAVA, G. J.; PENATTI, C. P. Produtividade da cana-de-açúcar relacionada à localização de adubos nitrogenados sobre a palha. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos**, Piracicaba, v. 23, n. 5, p. 30-35, 2005.

VITTI, G. C.; OLIVEIRA, D. B. de; QUINTINO, T. A. Micronutrientes na cultura da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. de S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. de **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP2, 2006. p. 121-38.

WATANABE, H.; YOSHIDA, S. Effects of nitrogen, phosphorus and potassium on photophosphorylation in rice in relation to the photosynthetic rate of single leaves. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 16, p. 163-66, 1970.

ZAMBELLO JUNIOR, E.; AZEREDO, D. F. Adubação na região Centro-Sul. In: ORLANDO FILHO, J. (Coord.). **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: Instituto do Açúcar e do Alcool, 1983. p. 289-313.

