

IVAN ANTONIO DOS ANJOS

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FORRAGEIRO E INDUSTRIAL DE DUAS  
VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR (CANA-SOCA),  
SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de "Mestre".

**Orientador**

Prof. Luiz Antônio de Bastos Andrade

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

1995

FICHA CATALOGRAFICA PREPARADA PELA SEÇÃO DE CATALOGAÇÃO E  
CLASSIFICAÇÃO DA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFLA

Anjos, Ivan Antonio dos  
Avaliação do potencial forrageiro e industrial de  
variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferen-  
dose de nitrogênio / Ivan Antonio dos Anjos. --Lavras :  
UFLA, 1995.

59 p. : il.

Orientador: Luiz Antônio de Bastos Andrade.  
Dissertação (Mestrado) - UFLA.  
Bibliografia.

1. Cana-de-açúcar - Potencial forrageiro. 2. Cana-  
de açúcar - Adubação nitrogenada. 3. Cana-de-açúcar -  
Características agroindustriais. 4. Cana forrageira -  
Avaliação. I. Universidade Federal de Lavras. II. Títu-  
lo.

CDD-633.61

A Deus por abrir e  
iluminar os caminhos  
por onde tenho passado

### OFEREÇO

Aos meus pais, Expedito e Vanilda  
Aos meus irmãos, Ronan e Ivânia  
A minha avó, Conceição e tios.  
Aos meus tios Sebastião e Ester.  
Ao meu sobrinho Renato e primos Alessandra,  
Cosmara, Guilherme e José Eduardo.  
Aos meus "irmãozinhos" Fernanda e Lucas.  
Ao meu compadre e amigo Rodrigo,  
Joana D'arc e afilhado R. Júnior.  
Aos meus amigos Sr. Ernani,  
Srª Maria Aparecida, Karla e Paula.  
Ao Professor Luiz Antônio de Bastos Andrade.

DEDICO

## BIOGRAFIA DO AUTOR

IVAN ANTONIO DOS ANJOS, filho de Expedito Custódio dos Anjos e Vanilda Maria Machado dos Anjos, nasceu em Perdões, Estado de Minas Gerais, aos 28 de julho de 1966.

Diplomou-se como Engenheiro Agrônomo em 1992 pela Escola Superior de Agricultura de Lavras, ESAL, Minas Gerais.

Em agosto de 1992, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, na Escola Superior de Agricultura de Lavras, ESAL, Minas Gerais.

## AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Lavras (UFLA) pela oportunidade de realização do curso de Mestrado.

A Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudos.

Ao Colegiado de curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, nas pessoas dos Professores Dr. Maurício de Souza e Dr. Messias José Bastos de Andrade, pela dedicação e apoio aos pós-graduandos deste departamento.

Ao orientador Professor Dr. Luiz Antônio de Bastos Andrade pela valiosa orientação e amizade durante a graduação e pós-graduação.

Aos Professores coorientadores Dr. Augusto Ramalho de Moraes e Dr. Antônio Ricardo Evangelista, aos professores Dr. Fabiano Ribeiro do Vale e Dr. Antônio Ilson Gomes de Oliveira, pela ajuda e disponibilidade dispendida neste trabalho.

A Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE), pela disponibilidade de área e mão-de-obra na condução deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Agricultura, em especial, Mário José, João e Aguinaldo; do Departamento de Zootecnia, laboratoristas Márcio e Suelba e aos funcionários da Biblioteca e do Departamento de Solos.

Aos amigos Paulo Edson de Alvarenga, Paulo Alexandre Monteiro Figueiredo e Ângela Menicucci pela convivência, companheirismo e ajuda nas etapas deste curso.

Aos amigos de república Murillo Lobo Júnior, Jorge T. Hassuike, João Batista de Carvalho, Daniel e Sandro.

Aos amigos de Perdões, em especial: José Maria, Luizinho, Donizete (Indio) e Antônio José de Castro.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigado!

## SUMARIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	viii
<b>RESUMO</b> .....	xiii
<b>SUMMARY</b> .....	xv
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	3
2.1. Cana-de-açúcar como planta forrageira .....	3
2.1.1. Aspectos gerais .....	3
2.1.2. Formas de utilização .....	5
2.1.3. Valor nutritivo da cana-de-açúcar .....	6
2.2. Adubação nitrogenada em gramíneas forrageiras .....	9
2.3. Adubação nitrogenada na produtividade agrícola e industrial da cana-de-açúcar: cana-soca .....	12
2.4. Adubação nitrogenada e rendimento de massa verde e matéria seca de cana-de-açúcar .....	18
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	19
3.1. Características da área experimental .....	19
3.2. Delineamento experimental, tratamentos e parcelas ....	19
3.3. Instalação e Condução .....	21
3.4. Coleta e preparo de amostras para análise em laboratório .....	22

3.4.1. Análises químico-bromatológicas .....	22
3.4.2. Análises químico-tecnológicas .....	23
3.4.3. Nitrogênio no sistema solo-planta .....	23
3.5. Características estudadas .....	24
3.5.1. Rendimento forrageiro .....	24
3.5.2. Características Químico-bromatológicos .....	24
3.5.3. Número médio de colmos por metro linear .....	25
3.5.4. Características químico-tecnológicas .....	25
3.5.5. ATR e álcool teórico .....	26
3.5.6. Rendimento de colmos, açúcar e álcool por hectare ..	26
3.6. Análise estatística .....	27
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>28</b>
4.1. Características forrageiras .....	28
4.1.1. Rendimento forrageiro .....	28
4.1.2. Características Químico-bromatológicas .....	32
4.2. Características agrícolas e industriais .....	36
4.2.1. Números médios de colmos por metro linear e rendi- mento de colmos .....	36
4.2.2. Características químico-tecnológicas .....	39
4.2.3. Açúcar teórico recuperável (ATR) e álcool teórico.	42
4.2.4. Rendimento de açúcar e álcool .....	43
4.3. Nitrogênio no sistema solo-planta .....	46
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>50</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>52</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabelas		Página
1	Características químicas e físicas do solo da área experimental, profundidades de 0-20 cm e de 20-40 cm .....	20
2	Esquema da análise de variância para as características estudadas. UFLA, Lavras - MG, 1994 .....	27
3	Resumo da análise de variância para rendimento de massa verde (RMV) de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras - MG, 1994	29
4	Resumo da análise de variância para rendimento de matéria seca (RMS) de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras-MG, 1994.	29

## Tabela

## Página

5	Resumo da análise de variância para teor de matéria seca (MS) de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras - MG, 1994 .....	30
6	Resumo da análise de variância para rendimento de proteína bruta (RPB) de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras-MG, 1994.	30
7	Resultados médios de RMV, RMS, MS e RPB de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras-MG, 1994 .....	31
8	Resumo da análise de variância para características químico-bromatológicas de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras-MG, 1994 .....	33
9	Valores médios das características bromatológicas de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras-MG, 1994 .....	34

## Tabela

## Página

10	Resumo das análises de variância para número médio de colmos por metro linear e rendimento de colmos de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras-MG, 1994 .....	37
11	Valores médios obtidos para número médio de colmos por metro linear e rendimento de colmos (t/ha) de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras-MG, 1994 .....	38
12	Resumo da análise de variância para as características químico-tecnológicas de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras-MG, 1994 .....	40
13	Valores médios de brix (%) cana, AR e pol (%) cana de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras-MG, 1994 .....	41

## Tabela

## Página

14	Valores médios de pureza (%) cana e fibra (%) cana para duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras-MG, 1994 .....	41
15	Resumo da análise de variância para açúcar teórico recuperável - (ATR) e álcool teórico de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras-MG, 1994 .....	42
16	Valores médios de açúcar teórico recuperável - ATR (Kg/t) e álcool teórico (l/t) de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras-MG, 1994 .....	43
17	Resumo da análise de variância para rendimentos de açúcar (t/ha) e rendimento de álcool (l/ha) de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras-MG, 1994 .....	45

## Tabela

## Página

18	Valores médios de rendimento de açúcar (t/ha) e rendimento de álcool (l/ha) de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras-MG, 1994 .....	45
19	Resumo da análise de variância para teor de nitrogênio de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras-MG, 1994 .....	47
20	Resumo da análise de variância para absorção total de nitrogênio para duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses deste nutriente. UFLA, Lavras-MG, 1994 .....	47
21	Valores médios para teor (%) e absorção total (Kg/ha) de nitrogênio em duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca). UFLA, Lavras-MG, 1994 .....	48

## RESUMO

ANJOS, Ivan Antonio dos. **Avaliação do potencial forrageiro e industrial de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio.** Lavras: UFLA, 1994. 59p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia)\*.

Avaliou-se o potencial forrageiro e industrial de duas variedades de cana-de-açúcar, cana-soca, SP70-1143 e SP71-1406, sob as seguintes doses de nitrogênio: 0, 40, 80 e 120 kg/ha, utilizando-se uréia como fonte, com teor de 40% de N. O experimento foi instalado a campo, em Latossolo Vermelho Amarelo, no município de Ijaci - MG. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial (2 x 4) com 4 repetições, totalizando 32 parcelas. Cada parcela foi constituída por 6 linhas de cana-de-açúcar, sendo a área útil de 55,20 m<sup>2</sup>. As adubações com fósforo (40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) e potássio (60 kg K<sub>2</sub>O/ha) seguiram a recomendação da Comissão de Fertilidade de Solos do Estado de Minas Gerais (1989). O nitrogênio e demais nutrientes foram distribuídos ao lado das linhas e incorporados. A soca foi colhida, sem a queima prévia do canavial, aos doze meses de idade. O nitrogênio, assim como a interação variedade x nitrogênio, não influenciaram o rendimento forrageiro (massa

---

\* Orientador: Luiz Antônio de Bastos Andrade. Membros da Banca: Gabriel José de Carvalho e José Cardoso Pinto.

verde, matéria seca e proteína bruta por ha) e industrial (colmos, açúcar e álcool por ha) da cana-de-açúcar. A qualidade forrageira (características químico-bromatológicas) e industrial (características químico-tecnológicas) também não foram afetadas. A quantidade de N originalmente existente no solo, bem como a capacidade de mineralização do N orgânico, foram suficientes para suprir as necessidades da cana-soca quanto a este nutriente. As duas variedades mostraram-se semelhantes quanto ao rendimento agrícola e industrial. A variedade SP70-1143 se destacou como forrageira por apresentar melhores resultados nos rendimentos de massa verde, matéria seca, proteína bruta e maior coeficiente de digestibilidade "in vitro" da matéria seca. Os altos rendimentos de massa verde e matéria seca proporcionados pelas duas variedades, demonstraram o grande potencial da cana-de-açúcar como planta forrageira para a região.

## SUMMARY

### EVALUATION OF FORAGE AND INDUSTRIAL POTENCIAL OF TWO VARIETIES OF SUGAR CANE (RATOON CANE) UNDER DIFFERENTS OF NITROGEN RATES

This work evaluated forage and industrial potential of two varieties of sugar cane, ratoon cane, SP70-1143 and SP71-1406, under the following rates of nitrogen: 0, 40, 80 and 120 kg/ha, the utilized urea presented 40% N. It was installed a field experiment, on Red-Yellow Latosol (oxisol) at Ijaci Country (MG). The experimental scheme was randomized blocks with four replications, in a total of 32 parcels. Each parcel was constituted by six lines of sugar cane, with a distance of 1,15 m with 12 m of length, being the useful area 55,20 m<sup>2</sup>. The fertilization with P (40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) and K (60 kg K<sub>2</sub>O/ha) followed the suggestions of Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1989) (Soil Fertility Group of Minas Gerais State). The nitrogen and the others nutrients were totally distributed beside lines and incorporated to the soil. The harvest was performed without using fire when the plants were 12 months old. The nitrogen as well as the interation variety x nitrogen did not influenced the yield forage (green mass, dry matter and total protein/ha) and industrial (stems, sugar and

alcohol/ha) of the sugarcane. The forage quality (chemical-bromatologics characteristics) and industrial (chemical-technologics characteristics) were not affected too. The quantity originally existent in soil, as well as the mineralization capacity of organic N were enough to supply the ratoon cane needs related to this nutrient. The two varieties showed like related at agricultural and industrial yield. The variety SP70-1143 showed as forage with present bests results in yields of green mass, dry matter and total protein and greater digestibility coefficient "in vitro" of dry matter. The high levels of green mass and dry matter, proportionate by the two varieties, showed the great potential of sugar cane as forage plant to the region.

## 1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), gramínea semi-perene, utilizada fundamentalmente na indústria açucareira e alcooleira, também representa valioso recurso forrageiro na alimentação suplementar dos ruminantes no período de estiagem. Esta gramínea proporciona bons rendimentos de massa verde e matéria seca por unidade de área, mantendo as qualidades nutritivas ao longo do período de seca (Guaragna et al., 1986 e Peixoto, 1986). Além disso, nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, nenhuma outra cultura tem sido capaz de competir com a cana-de-açúcar em termos de produção de energia (Meirelles et al., 1991).

Apesar de ser rica em energia, fibra e extrato não nitrogenado, Peixoto (1964) relata que a cana-de-açúcar é uma espécie forrageira pobre em proteína, com teor de cinzas variando de médio a baixo e relação cálcio/fósforo desequilibrada, aspectos esses que impossibilitam o seu uso como alimento exclusivo dos animais, necessitando complementação.

Mesmo não sendo um alimento completo para os animais, a utilização da cana-de-açúcar como forrageira é vantajosa, uma vez que um único plantio proporciona vários cortes, embora, haja uma diminuição de sua capacidade produtiva com o decorrer dos anos,

reflexo de vários fatores, dentre eles a baixa disponibilidade de nutrientes.

A cana-de-açúcar, por ser uma planta  $C_4$ , caracteriza-se por apresentar uma alta taxa fotossintética, sendo que o suprimento de nitrogênio, constituinte das proteínas e carboidratos, envolvidos na formação do protoplasma, é de fundamental importância, contribuindo para uma maior produtividade de massa vegetal (Silveira, 1985), característica desejável em uma planta forrageira.

No que diz respeito aos efeitos do nitrogênio na cana-de-açúcar, para rendimentos de cana e açúcar por hectare, existem ainda muitas controvérsias nos resultados até agora obtidos (Brinholi, Furlani e Soares, 1980; Azeredo et al., 1980; Espironelo et al., 1982; Sobral e Lira, 1984 e Sturion, 1984). Quanto ao efeito do nitrogênio no rendimento de massa e outras características de interesse forrageiro, apenas um trabalho foi detectado na literatura, mesmo assim para cana-planta (Oliveira, 1992), sendo que para cana-soca, que ocupa maiores áreas, nada foi encontrado.

Tendo em vista que o Sul de Minas Gerais é uma grande bacia leiteira, onde a cana-de-açúcar é largamente utilizada na alimentação animal e face às considerações apresentadas, o objetivo principal deste trabalho foi o de avaliar o potencial forrageiro das soqueiras de duas variedades de cana-de-açúcar, SP70-1143 e SP71-1406, sob diferentes níveis de nitrogênio. Também foram avaliadas características de interesse para as indústrias de açúcar e do álcool.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Cana-de-açúcar como planta forrageira

#### 2.1.1 Aspectos gerais

(1) Peixoto (1964) relata que desde os tempos antigos <sup>Das Lentes</sup> a cana-de-açúcar é conhecida em nosso país, como espécie forrageira e foi, ao que tudo indica, a primeira planta empregada como recurso forrageiro na dieta suplementar dos animais. <sup>Bélgica</sup>

(2) Ainda segundo Peixoto (1986), os critérios utilizados para identificar uma variedade de cana-de-açúcar como planta forrageira, nunca foram considerados muito científicos, já que o valor nutritivo da variedade não era levado em conta, baseando-se somente em aspectos morfológicos da produção. Dessa maneira, variedades resistentes às doenças, com baixo rendimento de açúcar, passavam a ser recomendadas como plantas forrageiras, desde que preenchessem as seguintes qualificações mínimas tidas como de grande relevância: grande potencial de produção de massa verde, grande poder de perfilhamento e ausência de joçal.

(3) De acordo com aquele autor, o que se observa nos dias atuais é a simples adoção como forrageiras de variedades industriais. Destacam-se entre elas, a SP70-1143 e RB73-5275 que

apresentam em comum o alto rendimento de massa verde, ótima brotação de soqueira e baixa exigência quanto à fertilidade do solo. Porém, apresentam, como restrições, respectivamente, problemas com chochamento e intensa presença de joçal.

Caielli (1987) informa que já em 1955, haviam diferenças consideráveis entre uma variedade de cana supostamente forrageira e uma outra, industrial, concluindo que a cana industrial era melhor para a nutrição animal, embora o teor protéico da cana forrageira fosse mais elevado. Também, Bosé (1988) menciona tal fato, embora ressalte que, em termos de produção de sacarose, o inverso ocorre.

As seguintes características para uma boa cana forrageira podem ainda ser mencionadas: ausência de florescimento, alto teor de proteína, alto índice de despalha, maciez e boa rebrota (Andrade, 1988).

Dentre as gramíneas forrageiras tropicais, a cana-de-açúcar é a que apresenta o maior potencial de produção de energia por unidade de área, em um único corte, por ano (Pigden, 1974; Pate, 1981 e Boin, 1987).

De acordo com Pigden (1974), uma vez atingida a máxima maturação da cana-de-açúcar, o conteúdo de sacarose começa a diminuir, com correspondente aumento dos açúcares redutores, glicose e frutose, o que é prejudicial para a produção de açúcar mas não afeta a sua eficiência para a alimentação animal.

No entanto, o maior valor nutritivo da cana-de-açúcar, segundo Boin (1986), está associado a determinado estágio de maturação, sendo que o valor nutritivo da cana aumenta à medida que se aumenta a concentração de sacarose.

Também segundo Matsuoka e Hoffmann (1993), sabe-se hoje que quanto mais rica em açúcar a variedade, melhor a sua qualidade forrageira, havendo, assim, coincidência de parâmetros com as variedades industriais. Os mesmos autores ressaltam que um outro aspecto que leva também a recomendar o uso de canas industriais é o lado prático, decorrente da facilidade na obtenção de mudas, citando ainda a alta produtividade de massa vegetal das variedades melhoradas, as quais vêm se destacando assintomaticamente, a ponto das variedades desta década de 90 superarem as antigas forrageiras, como a cultivar Co 413, em, no mínimo, 45%.

### 2.1.2 Formas de utilização

Velloso (1970) relata que a cana desintegrada pode proporcionar bons resultados para bovinos, desde que não constitua uma percentagem muito elevada da ração.

A cana-de-açúcar, segundo Peixoto (1986), apresenta uma grande versatilidade, pois, além da planta ser usada como forragem volumosa para o gado, é ainda possível a utilização de vários de seus subprodutos na alimentação animal, mediante a sua industrialização. Ainda de acordo com este mesmo autor, o uso de cana-de-açúcar como silagem, apresenta o inconveniente do excesso de açúcares solúveis para o preparo da silagem, resultando um produto caracterizado por intensa fermentação alcoólica, de difícil conservação e também de palatabilidade inferior, contrário do que ocorre com muitas outras plantas forrageiras

tropicais. No entanto, o que se observa na maioria das propriedades, é o uso de cana como aditivo para a confecção de silagens com outras plantas forrageiras.

Rodrigues (1993) estudando a utilização da cana-de-açúcar e de subprodutos da agroindústria canavieira na nutrição animal, menciona que a integração cana-criação bovina é geralmente limitada a usos esporádicos de pontas de cana ou folhas, vindo a prática de uma economia de subsistência, às vezes imprópria, para complementar a alimentação dos animais.

### 2.1.3 Valor nutritivo da cana-de-açúcar

A recomendação de cana-de-açúcar como volumoso exclusivo ou como substituto da silagem de milho sem uma complementação protéica para gado leiteiro ou de corte não é recomendada face à diminuição na produtividade leiteira e a acentuada perda de peso dos animais (Naufel et al., 1969; Biondi et al., 1978; Boin et al., 1983; Bonilha Neto, Benintendi e Boin, 1984; Furtado, 1987 e Bosé, 1988).

Estudando 10 variedades de cana-de-açúcar, selecionadas como forrageiras de acordo com os critérios de maiores teores de proteína bruta, Lovadini (1971) analisou amostras colhidas aos 120, 210, 300 e 390 dias de crescimento vegetativo, verificando que houve um decréscimo nos teores de proteína bruta de 7,62% para 4,35%, de matéria seca de 26,81% para 19,42% e de fibra bruta de 34,10% para 30,40%, com o avanço da idade das plantas.

A digestibilidade da cana ingerida aumenta com o grau de maturação e isto permite que esta cultura seja utilizada na época fria e seca do ano, possibilitando maior disponibilidade de alimento, ao contrário de outras forragens que escasseiam e declinam em qualidade nessa época (Banda e Valdez, 1976; Preston e Leng, 1978; Kung Jr. e Stanley, 1982).

Banda e Valdez (1976), comentam que esta melhora na digestibilidade com o avanço da maturidade da cana-de-açúcar decorre do acúmulo de açúcar proporcionado pela maturação, onde há diluição dos componentes da parede celular facilitando a digestibilidade.

Gohl (1981) descreve que a produção de forragem é muito maior para a cana do que para o milho, já que uma boa lavoura de milho ensilada produz aproximadamente 12 t de matéria seca (MS) por hectare, enquanto a produção anual de cana em alguns países chega a 60 t de MS/ha.

Pate (1981), trabalhando com duas variedades de cana-de-açúcar, CP 59-73 e CP 68-1026, encontrou uma digestibilidade média de 63,4% e um teor médio de fibra em detergente neutro médio de 37,05% aos 95 dias de idade. Boin et al. (1983), comparando o efeito do tipo de volumoso (silagem de milho e cana-de-açúcar) na alimentação de ruminantes, verificaram que não ocorreram diferenças significativas entre tipos de volumosos e que as vacas consumiram mais matéria seca na forma de cana-de-açúcar do que na forma de silagem de milho. Melotti (1986) relata que, em regime de estabulação, a cana-de-açúcar fornecida à vontade, possibilitou a manutenção do peso dos novilhos e

suplementou mais da metade da necessidade de matéria seca, constituindo importante alternativa para evitar a perda e peso.

No entanto, quanto ao uso de cana como volumoso exclusivo para a alimentação de bovinos, Caielli (1987) cita que, baseando-se em pesquisas realizadas por um período de quase vinte anos envolvendo o uso da cana na alimentação de bovinos, existem ainda grandes controvérsias, principalmente devido ao fato de que esta gramínea não satisfaz as exigências nutricionais dos animais.

Objetivando analisar o efeito da substituição da cana-de-açúcar pelo capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum), no terço final do confinamento de novilhos, Thiago et al. (1991) constataram uma ligeira desvantagem da cana em relação ao capim. Atribuiu-se tal fato às características de fibra em detergente neutro (56,5%) e digestibilidade "in vitro" da matéria seca (47,4%) principalmente, e não ao baixo teor de proteína bruta (2,8%) da cana-de-açúcar. O capim-elefante apresentou, respectivamente, os seguintes teores: 68,4%, 57,0% e 7,8%. A cana-de-açúcar foi utilizada à idade de 18 meses, com teor de matéria seca de 35,6%, e o capim-elefante à idade de 6 meses e um teor de MS de 25,9%.

Avaliando o potencial forrageiro de cinco variedades de cana-de-açúcar, ciclo de ano, cana-planta, com idade de 11 meses, Carvalho (1992) obteve os seguintes valores médios: teor de proteína bruta (3,62%), fibra em detergente neutro (50%), digestibilidade "in vitro" da matéria seca (47%), teor de MS (30%) e rendimento de matéria seca (30 t/ha).

Oliveira (1992) verificou que, para cana-planta, a variedade SP70-1143 apresentou um maior potencial forrageiro que a SP71-1406, uma vez que seus valores de teor de matéria seca, teor e rendimento de proteína bruta foram superiores, com os respectivos valores médios: 35,08 e 33,80%, 3,09 e 2,80% e 1296,50 e 1117,19 kg/ha.

Estudando o valor nutritivo de variedades de cana-de-açúcar, primeira soca, para bovinos, Rodrigues, Primavesi e Esteves (1994) verificaram que as variedades SP70-1143 e SP71-1406, respectivamente, apresentaram 59,37 e 51,11% de fibra em detergente neutro.

## **2.2 Adubação nitrogenada em gramíneas forrageiras**

Segundo Sallisbury e Ross (1969), o nitrogênio é considerado um dos elementos de fundamental importância para as plantas, sendo constituinte essencial das proteínas, além de participar ativamente no processo fotossintético, fazendo também parte da clorofila.

Fernandes e Rossiello (1986) relatam que as gramíneas tropicais, particularmente as do grupo C<sub>4</sub>, têm alta capacidade fotossintética, usam água eficientemente e respondem ao nitrogênio com altas taxas de crescimento.

Salinas e Gualdrón (1988) citam que o nitrogênio é um dos nutrientes mais eficientes em solos ácidos dos trópicos, assim como dos mais importantes na nutrição mineral de gramíneas, tendo influência marcante sobre o crescimento e qualidade das mesmas.

Em um experimento com quatro gramíneas tropicais, Gomide et al. (1969) verificaram que a adubação nitrogenada incrementou a digestibilidade da celulose quando as gramíneas foram cortadas com idade de quatro semanas, porém diminuiu quando cortadas em estádios mais avançados de desenvolvimento. Os autores detectaram que uma dose de 200 kg N/ha causou um efeito negativo, reduzindo a digestibilidade "in vitro" da celulose de 45,0% para 44,1%.

Os efeitos da adubação nitrogenada sobre a digestibilidade da matéria seca de inúmeras espécies têm sido inconsistentes (Poli et al., 1975), porém a fertilidade do solo é apontada como um fator que pode influenciar na digestibilidade das plantas forrageiras.

Favoreto (1981), testando frequência de cortes e doses de nitrogênio em capim-Colonião (*Panicum maximum*), concluiu que a adubação nitrogenada influenciou favoravelmente a produção de matéria seca e proteína bruta, sendo que esta última apresentou resposta linear.

Estudando o parcelamento do nitrogênio e intervalos de corte sobre a produção de matéria seca do capim setária, Kazungula; Santana e Santos (1983) detectaram maior produtividade (11.552 kg/ha) para o nitrogênio aplicado em duas vezes e a intervalos de corte de 84 dias.

Gomide e Costa (1984) não observaram efeito da adubação nitrogenada sobre a digestibilidade "in vitro" da matéria seca do capim-colonião, porém o capim-jaraguá (*Panicum maximum*) respondeu positivamente à aplicação de apenas 20 kg de N/ha/corte, sendo que para doses maiores não houve influência.

Minardi e Siewerdt (1984), estudando o efeito do nitrogênio nas doses de 0, 100, 200 e 300 kg/ha, num planossolo, sobre a produção de matéria seca, teor e produção de proteína bruta de três cultivares de *Panicum maximum* (Green panic, Gatton panic e Colonião), observaram diferenças significativas entre as três cultivares e doses de nitrogênio, na média de dois cortes.

Boin (1986) cita que o aumento da produção de matéria seca de gramíneas em resposta à adubação com doses crescentes de nitrogênio, dentro de certos limites, normalmente é linear variando, principalmente, com a frequência de cortes e com as condições do solo e clima.

Trabalhando com capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) sob diferentes doses de nitrogênio em regime de cortes, Carvalho e Saraiva (1987) também detectaram respostas positivas desta gramínea em dois anos agrícolas.

Estudando a importância da adubação nitrogenada sobre o desenvolvimento do sorgo forrageiro, Pedrosa e Salette (1991) observaram que houve resposta à fertilização nitrogenada de duas cultivares, em dois ciclos de crescimento.

Malik, Singh e Singh (1992) avaliaram a influência da adubação nitrogenada e manejo de cortes em três cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor*) e detectaram respostas estatisticamente significativas e positivas, para todas as variáveis estudadas (rendimento de massa verde, matéria seca, proteína bruta e digestibilidade da matéria seca).

Avaliando o rendimento, composição bromatológica e digestibilidade "in vitro" de três gramíneas forrageiras

tropicais capim-transvala e capim-swazi (*Digitaria* spp) e capim-coastcross (*Cynodon* sp x *Cynodon* sp), sob diferentes doses de nitrogênio e um regime de 3 cortes, Dias (1993) observou que ocorreram diferenças significativas para as características bromatológicas avaliadas, sendo que para porcentagem de fibra em detergente neutro houve resposta linear decrescente, enquanto para digestibilidade "in vitro" da matéria seca não houve resposta às doses de nitrogênio aplicadas.

### **2.3 Adubação nitrogenada na produtividade agrícola e industrial da cana-de-açúcar: cana-soca**

Analisando-se os dados de produtividade agrícola, verifica-se que no Brasil ocorre uma redução progressiva de produção da cana-planta para as soqueiras, fato que tem contribuído para uma renovação de canaviais, após o 4º ou 5º corte, demandando altos investimentos. Uma adubação bem feita poderia constituir-se numa forma de diminuir estas diferenças de produtividade observadas entre os ciclos da cultura (Sobral e Lira 1984).

De acordo com Dillewijn (1952), o nitrogênio constitui uma fração de apenas 1% da matéria seca total na cana-de-açúcar madura e, mesmo assim, sua importância é tão grande quanto a do carbono, hidrogênio e oxigênio, que juntos perfazem 90% da matéria seca.

Landrau e Samuels (1954) concluíram que a aplicação de nitrogênio em quatro variedades de cana-de-açúcar reduziu o teor

de sacarose e, de um modo geral, a resposta foi similar para todas as variedades estudadas, sendo que a cana-planta mostrou um decréscimo, enquanto as soqueiras apresentaram um acréscimo na produtividade de colmos.

A resposta da cana-soca à aplicação de fertilizante nitrogenado pode ser explicada por vários fatores. Humbert (1968), citado por Carnaúba (1990), sugere que a explicação está na diferença de vigor dos sistemas radiculares da cana-planta e das soqueiras, muito menos vigoroso neste último caso, o que os torna menos aptos a absorverem o N em profundidade, fazendo com que adição de N às socas seja essencial à manutenção de altas produtividades.

Zambelo Júnior e Orlando Filho (1981) afirmam que devido às compactações e, às vezes condições desfavoráveis de temperatura e umidade, características da região centro-sul do país, a atividade microbiana seria dificultada pela menor aeração do solo, com isto a decomposição da matéria orgânica (restos da cultura e raízes) de alta relação C/N, junto com o período de grande exigência em N pela cultura, fariam com que qualquer adição de N ao processo fosse acompanhado por uma rápida resposta, em termos de crescimento pela soqueira.

Para Salcedo e Sampaio (1984), parte da explicação da resposta da cana-soca à adubação nitrogenada reside na quantidade de nitrogênio na forma nítrica que se encontra presente no solo em profundidade, no início de desenvolvimento da cana-planta. Em seus experimentos com  $^{15}\text{N}$ , esta quantidade foi ao redor de 50 kg N/ha. Este N poderia ficar acumulado durante o período de

repouso, entre a colheita do ciclo anterior e o replantio. Deste modo, a cana-soca encontraria o solo totalmente empobrecido até 100 cm de profundidade, aumentando, assim, as possibilidades de resposta à fertilização nitrogenada neste ciclo.

Por outro lado, numa análise econômica da resposta de cana-soca à aplicação de nitrogênio, Moreno (1974) verificou que não houve resposta ao nutriente, concluindo, assim, que a falta de resposta ao nitrogênio provavelmente se deve ao fato de existir no solo quantidade suficiente deste elemento (matéria orgânica dos resíduos de cana-planta e outras fontes).

No entanto, Lima Júnior (1982), citado por Carnaúba (1989), menciona que estas "outras fontes" seriam o nitrogênio residual no solo e a fixação assimbiótica do nitrogênio que, em conjunto com outros mecanismos, formariam um "reservatório" suficiente para suprir todas as necessidades da cultura. Porém, nas soqueiras existem boas possibilidades de resposta ao nitrogênio, pois esse processo de formação de reservatório de nitrogênio, além de demandar um certo tempo, provavelmente não seria suficiente para a demanda total da necessidade das soqueiras.

Estudando a contribuição da fixação de nitrogênio pela cana-de-açúcar, Urquiaga, Cruz e Boddey (1992) relatam que para a maioria das variedades estudadas houve uma maior contribuição da cana-planta do que da primeira soca.

Zambello Jr. et al. (1977), estudando os efeitos da adubação NPK sobre as qualidades agroindustriais de três variedades de cana-soca (CB 47-355, CB 41-76 e CB 47-47),

cultivadas em Terra Roxa Estruturada, verificaram que quando utilizou-se doses de nitrogênio de 0, 50, 100, 200 e 400 kg/ha e na análise somente do efeito do nitrogênio, as três variedades apresentaram respostas, sendo a reação de função quadrática, devido ao efeito deletério causado à produção de toneladas de açúcar (pol/ha), quando da aplicação da dosagem máxima de 400 kg de N/ha.

Estudando os efeitos da adubação nitrogenada em soqueiras de quatro variedades de cana, Azeredo et al. (1980) verificaram que ocorreram efeitos das adubações sobre as produções de cana (t/ha) quando utilizaram até 180 kg de N/ha, ocorrendo uma ligeira redução com a dose de 240 kg/ha. Os autores determinaram que 157 kg de N/ha seria a dose econômica, nas condições estudadas. Quanto a fibra % cana, é de se destacar a significativa redução de seus teores à medida que são aumentadas as doses de nitrogênio e a produção de cana por hectare.

Em estudo comparativo de duas formas (amônia anidra e nitrato de amônio) e doses de nitrogênio na cultura da cana, em soca e ressoca, Brinholi, Furlani e Soares (1980) detectaram efeitos estatisticamente significativos para as doses de 15, 30 e 60 kg N/ha para produção de cana (t/ha), independente das formas nitrogenadas utilizadas.

Espironelo et al. (1982) mencionam que na ausência de critérios relacionados à análise de solo, os vários resultados de experimentos com cana-soca e doses de nitrogênio demonstram que para o Estado de São Paulo, doses entre 100 e 150 kg/ha são adequadas para aumentos substanciais na produtividade de

sacarose.

Malavolta (1982), estudando adubação NPK em cana-de-açúcar, primeira soca, no estado de Alagoas, relata que de 17 ensaios apenas três apresentaram respostas positivas à adubação nitrogenada, obtendo aumentos de 5 a 36 t/ha. Em Pernambuco, 28 ensaios apresentaram respostas positivas, com aumentos de até 33 t/ha.

Por outro lado, Sobral e Lira (1983) e Sturion (1984), observaram um decréscimo no pol % cana e na pureza % cana, devido ao aumento da dose de nitrogênio.

Estudando a interação entre assimilação de nitrogênio e o crescimento de cana-de-açúcar, Silveira (1985) verificou que plantas de cana contendo grandes concentrações de nitrogênio apresentaram maior área foliar/planta e maior número de perfilhos por touceira.

Conduzindo quatro experimentos, objetivando comparar a aplicação de três fontes de nitrogênio e uma de potássio, em três socas de cana, Espironelo et al. (1987) verificaram que para as cinco doses de nitrogênio utilizadas (0, 50, 100, 150 e 200 kg/ha), das nove variedades estudadas, apenas cinco apresentaram respostas quanto ao rendimento de colmos e sacarose.

Com a finalidade de estudar os efeitos da vinhaça e da sua complementação ao nitrogênio nas doses de 0, 45, 90 e 135 kg/ha em duas canas-socas (CB 45-3 e CO 997), em dois tipos diferentes de solos, Sobral, Lira e Guimarães (1988) mencionam que, permanecendo a vinhaça com dose zero, houve resposta para as doses crescentes de nitrogênio quanto ao rendimento de cana por

hectare e que para o pol % cana nenhuma diferença foi verificada.

Espironelo (1990) observou que quando utilizou as doses de 0, 60 e 120 kg de N/ha em cana-soca, a uma profundidade de 10 cm, sendo metade da dose maior adicionada em cobertura mais ou menos três meses após a primeira aplicação, houve, em 50% dos casos, aumentos na produtividade de cana e de açúcar, na ordem de 16 a 29%. O autor sugere que a utilização de doses maiores que 120 kg de N/ha poderiam proporcionar maiores aumentos de produtividade. No entanto, Yadav, Kumar e Verma (1990), estudando diferentes fontes de N em cana-planta e cana-soca, variedade CO 1148, relatam que usando-se 50 kg de N/ha houve um incremento no rendimento de cana, porém uma redução na qualidade do caldo.

Thomas e Scott (1992), avaliando o efeito da fertilização nitrogenada na disponibilidade de P e K para cana-de-açúcar, variedade CP 65-357, em primeira soca, observaram que a aplicação de nitrogênio na dose de 201 kg/ha, quando comparada com a não aplicação, ocasionou redução na qualidade do caldo e no açúcar teórico recuperável, onde o pol % cana reduziu de 19,6 para 17,0% e o açúcar teórico recuperável, de 141,9 para 129,8 kg/t.

Korndorfer e Martins (1992) mencionam que a adubação mineral ou orgânica é uma prática que pode interferir na maturação da cana. O uso de altas doses de adubos pode induzir um desenvolvimento vegetativo vigoroso, resultando em plantas com altos teores de umidade e baixos teores de sacarose,

conseqüência, em parte, do efeito de diluição, porém, também devido ao maior consumo de energia.

#### **2.4 Adubação nitrogenada e rendimento de massa verde e matéria seca de cana-de-açúcar**

Na revisão realizada apenas um trabalho foi encontrado sobre este assunto, mesmo assim envolvendo cana-planta.

Oliveira (1992) estudou o efeito da aplicação de quatro doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 kg de N/ha), sob a forma de uréia, três meses após o plantio, nos rendimentos de massa verde e matéria seca da cana-de-açúcar (1<sup>o</sup> corte), sendo que o aumento no suprimento de nitrogênio incrementou, de maneira significativa o rendimento de massa verde, mas, não alterou o de matéria seca.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Características da área experimental

O experimento foi instalado na Fazenda Palmital de propriedade da FAEPE (Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão), localizada no município de Ijaci, Minas Gerais, em solo caracterizado como Latossolo Vermelho Amarelo, de topografia plana. As características químicas e físicas deste solo são apresentadas na Tabela 1.

O terreno onde foi instalado o experimento estava ocupado com as variedades de cana-de-açúcar SP70-1143 e SP71-1406, cujo primeiro corte do canavial foi realizado em setembro de 1992.

#### 3.2 Delineamento experimental, tratamentos e parcelas

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições, sendo um fator representado pelas duas variedades de cana-de-açúcar e o outro, por quatro doses de nitrogênio.

TABELA 1. Características químicas e físicas do solo da área experimental, profundidades de 0 - 20 e de 20 - 40 cm.

Determinações	Profundidades (cm)	
	0-20	20-40
pH H <sub>2</sub> O	5,8 AcM	5,3 AcM
P (ppm)	4 B	2 B
K (ppm)	33 M	19 B
Ca (meq/100 cc)	2 M	1,3 B
Mg (meq/100 cc)	1 M	0,4 B
Al (meq/100 cc)	0,1 B	0,2 B
H + Al (meq/100 cc)	3,7 M	4,2 M
S (meq/100 cc)	3,1 M	1,7 B
t (meq/100 cc)	3,2 M	1,9 B
T (meq/100 cc)	6,8 M	5,9 M
m (%)	6 B	12 B
V (%)	45 B	28 B
Carbono (%)	1,5 M	1,2 M
Matéria orgânica (%)	2,7 M	2,1 M
Areia (%)	36	34
Limo (%)	16	14
Argila (%)	48	52

Análise realizada pelo Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal de Lavras - UFLA, 1992. P e k: extrator Mehlich-1; Ca, Mg e Al; extrator KCl 1N; H + Al extraídos com acetato de cálcio 1N, pH 7,0.

As variedades de cana-de-açúcar utilizadas foram a SP70-1143, cujas características principais são a de apresentar uma grande capacidade de produzir colmos em solos de baixa fertilidade e excelente brotação de soqueira; e a SP71-1406, que tem rápido crescimento vegetativo, não floresce e tem boa brotação de soqueira (Nunes Júnior, 1987).


Foram aplicadas quatro doses de nitrogênio: 0, 40, 80 e 120 kg N/ha, sob a forma de uréia (40% de N).

A unidade experimental foi constituída de seis linhas de cana-de-açúcar, espaçadas de 1,15 m entre si, com um comprimento de 12,00 m. Foi considerada como área útil as quatro fileiras centrais, totalizando 55,20 m<sup>2</sup>. Os blocos foram separados entre si por carregadores de 2,0 m de largura, locados perpendicularmente ao sentido do sulco de plantio.

### 3.3 Instalação e condução

Após o corte da cana-planta (setembro 1992) realizou-se o enleiramento da palha remanescente e o cultivo da cana. Em seguida, fez-se a adubação da cana-soca com fósforo e potássio, de acordo com a análise química do solo, segundo as recomendações da Comissão... (1989), constando de 40 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg de K<sub>2</sub>O/ha, nas formas de superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

A distribuição destes adubos foi realizada manualmente, juntamente com o nitrogênio, os quais foram aplicados e incorporados em ambos os lados da linha da soqueira.

 O controle de plantas daninhas foi feito manualmente, sempre que necessário, mantendo-se a cultura livre de competição. Não foi realizado nenhum tipo de controle fitossanitário, a não ser o controle de formigas.

A colheita foi realizada manualmente, no mês de setembro de 1993, não sendo realizada a queima prévia do canavial.

Antes do início do corte, colheu-se aleatoriamente doze colmos de uma mesma linha, os quais foram pesados integralmente para compor a produção de massa verde. Em seguida, fez-se o desponte e a despalha, sendo pesados novamente para determinação do peso dos colmos. Estes colmos foram enviados ao Laboratório para determinação das características tecnológicas da cana-de-açúcar, de interesse para a indústria.

Após o corte e pesagem da parcela, retirou-se três canas inteiras, aleatoriamente, para realização das análises químico-bromatológicas de interesse forrageiro.

### **3.4 Coleta e preparo de amostras para análise em laboratório**

#### **3.4.1 Análises químico-bromatológicas**

Retirou-se ao acaso três plantas inteiras (colmo + folhas) por parcela, que foram passadas em picadeira convencional de forragem; após a homogeneização do material, coletou-se uma amostra de aproximadamente 300 gramas, levando-a à estufa, com circulação de ar e temperatura de 70°C, até peso constante. Após

a secagem, as amostras foram moídas e acondicionadas em vidros e enviadas ao laboratório do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

#### **3.4.2 Análises químico-tecnológicas**

Quanto às análises químico-tecnológicas, foram retirados por ocasião da colheita, 12 colmos consecutivos de cada parcela, excluindo-se as pontas e eliminando-se toda a palha. Em seguida, os feixes de cana foram enviados ao laboratório da Usina Boa Vista, localizada em Três Pontas - MG.

#### **3.4.3 Nitrogênio no sistema solo-planta**

Com o objetivo de avaliar a disponibilidade de nitrogênio mineral residual, retirou-se amostras de solo com o auxílio de um trado comum, na posição central das parcelas em duas profundidades, a saber: 0-40 e 40-80 cm. A amostragem foi realizada logo após a colheita da cana-planta, sendo as amostras enviadas ao Laboratório do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Complementando o estudo da dinâmica do nitrogênio na relação solo-planta, determinou-se a % de N contido na parte aérea das plantas na época da colheita. A partir deste valor obteve-se a quantidade de N absorvido (kg/ha), multiplicando-se pelo rendimento de matéria seca (t/ha).

### **3.5 Características estudadas**

#### **3.5.1 Rendimento forrageiro**

##### **3.5.1.1 Massa verde (RMV)**

Foram coletadas todas as plantas da área útil de cada parcela e pesadas em balança industrial, com capacidade de 20 toneladas. Posteriormente os valores foram transformados para t/ha.

##### **3.5.1.2 Matéria seca (RMS)**

O rendimento de matéria seca foi obtido através da correção da massa verde (t/ha) pelo teor de matéria seca (%).

##### **3.5.1.3 Proteína bruta (RPB)**

O rendimento de proteína bruta foi obtido através da correção da matéria seca (t/ha), pelo teor de proteína bruta (%).

#### **3.5.2 Características químico-bromatológicas**

##### **3.5.2.1 Teor de matéria seca (MS)**

Determinou-se pelo método imediato (Lenkeit e Becker, 1956), descrito por Silva (1981).

#### **3.5.2.2 Teor de proteína bruta (PB)**

Para a proteína bruta na matéria seca utilizou-se o processo de determinação do N total proposto por Kjeldahl, multiplicando-se o resultado pelo fator 6,25, conforme metodologia descrita por Silva (1981).

#### **3.5.2.3 Fibra em detergente neutro (FDN)**

Foi determinado pelo método de Van Soast, descrito por Silva (1981) e adaptado por Moore, Poore e Swingle (1987).

#### **3.5.2.4 Digestibilidade "in vitro" da matéria seca (DIVMS)**

Realizou-se a fermentação "in vitro" pelo método proposto por Baun Gardt, descrito por Silva (1981).

#### **3.5.3 Número médio de colmos por metro linear**

No ato da colheita, foi realizada a contagem do número de colmos por área útil da parcela, determinando-se o número médio de colmos por metro linear.

#### **3.5.4 Características químico-tecnológicas**

Estas características foram obtidas através das análises preconizadas pela COOPERSUCAR (1980), determinando-se o

brix (%) cana, pol (%) cana, pureza (%) cana, açúcares redutores (AR) e fibra (%) cana.

Entende-se como brix (conteúdo de sólidos solúveis); pol (teor de sacarose aparente), pureza (porcentagem de sacarose nos sólidos solúveis); açúcares redutores (glicose e frutose) e fibra (constituintes insolúveis).

O termo (%) cana é usado quando a análise é feita na amostra de colmos desintegrados.

### **3.5.5 ATR e álcool teórico**

O ATR ou açúcar teórico recuperável (kg/t) e o álcool teórico da cana (l/t) foram determinados através das metodologias propostas pela COOPERSUCAR (1980).

### **3.5.6 Rendimento de colmos, açúcar e álcool por hectare**

O rendimento de colmos foi obtido a partir da determinação do peso total de colmos (kg) por área útil da parcela e sua posterior transformação para t/ha.

Os valores de ATR (kg/t) e álcool teórico (l/t) foram multiplicados pelo rendimento de colmos, para a obtenção dos rendimentos de açúcar e álcool por hectare, respectivamente.

### 3.6 Análise estatística

As características estudadas tiveram seus resultados submetidos à análise de variância, de acordo com Gomes (1970), adotando-se a princípio o esquema mostrado na Tabela 2.

TABELA 2. Esquema da análise de variância para as características estudadas. UFLA, Lavras - MG, 1994.

Causas de variação	Graus de liberdade
Variedades	1
Nitrogênio	3
V x N	3
Blocos	3
Resíduo	21
Total	31

Estudos de regressão foram realizados para o fator nitrogênio, para todas as características estudadas.

Para o fator variedade, o teste de F, ao nível de 5% de probabilidade, se constituiu no teste de média.

Dentre as características estudadas, somente as químico-tecnológicas, açúcar teórico recuperável e álcool teórico apresentaram números de graus de liberdade total e para resíduo idênticos ao apresentado na Tabela 02; para as demais características observou-se perda de parcelas, com conseqüente alteração nos números de graus de liberdade.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Características forrageiras

#### 4.1.1 Rendimento forrageiro

Os resumos das análises de variância das características rendimentos de massa verde (RMV), matéria seca (RMS), teor de matéria seca (MS) e rendimento de proteína bruta (RPB), de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio, são apresentados nas Tabelas 3, 4, 5 e 6, respectivamente. Observa-se que não ocorreram efeitos significativos de nitrogênio, de variedades e da interação V x N sobre estas características.

Os valores médios de RMV, RMS, MS e RPB das duas variedades de cana-de-açúcar em função das doses de nitrogênio, são apresentados na Tabela 7. As ausências de significância aqui obtidas são diferentes dos resultados obtidos por Malik, Singh e Singh (1992), trabalhando com sorgo (*Sorghum bicolor*), Carvalho e Saraiva (1987), com capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) e Minardi e Siewerdt (1984), com três cultivares de *Panicum maximum*, os quais encontraram respostas significativas e positivas para as mesmas características deste trabalho, quando da aplicação de níveis crescentes de nitrogênio.

TABELA 3. Resumo da análise de variância do rendimento de massa verde (RMV) de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras - MG, 1994.

Causas de variação	GL	Quadrado Médio
		RMV
Variedade	1	1324,0657
Nitrogênio	3	338,5538
V x N	3	307,4811
Blocos	3	4950,0368
Resíduo	19	9160,9565
CV (%)	-	15,55

TABELA 4. Resumo da análise de variância do rendimento de matéria seca (RMS) de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras - MG, 1994.

Causas de variação	GL	Quadrado Médio
		RMS
Variedade	1	246,9753
Nitrogênio	3	70,2068
V x N	3	35,6374
Blocos	3	305,2518*
Resíduo	18	62,4829
CV (%)	-	15,02

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

TABELA 5. Resumo da análise de variância do teor de matéria seca (MS) de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras - MG, 1994.

Causas de variação	GL	Quadrado Médio
		MS
Variedade	1	0,3321
Nitrogênio	3	1,5563
V x N	3	0,7375
Blocos	3	3,6847
Resíduo	20	1,1672
CV (%)	-	2,98

TABELA 6. Resumo da análise de variância do rendimento de proteína bruta (RPB) de duas variedade de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras - MG, 1994.

Causas de variação	GL	Quadrado Médio
		RPB
Variedade	1	60460,6749
Nitrogênio	3	54127,7720
V x N	3	121870,2129
Blocos	3	63330,2470
Resíduo	18	67424,6500
CV (%)	-	19,61

TABELA 7. Resultados médios de RMV, RMS, MS e RPB de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras - MG, 1994.

Nitrogênio (kg/ha)	RMV (t/ha)		RMS (t/ha)		MS (%)		RPB (kg/ha)	
	SP70-1143	SP71-1406	SP70-1143	SP71-1406	SP70-1143	SP71-1406	SP70-1143	SP71-1406
0	155,16	124,81	58,48	47,14	36,30	36,25	1522,56	1071,31
40	154,43	142,40	59,01	53,18	37,21	36,32	1435,07	1420,21
80	144,36	142,67	53,54	51,92	36,01	35,59	1327,19	1353,28
120	136,64	129,25	50,57	47,13	35,61	36,16	1185,34	1277,61
Médias	147,65	134,78	55,40	49,84	36,28	36,08	1367,54	1280,60

Os valores médios obtidos neste trabalho de RMV, RMS, MS e RPB são superiores aos encontrados por Oliveira (1992), trabalhando com as mesmas variedades, porém com a cana-planta. Este autor obteve resposta significativa e positiva para RMV e RPB, mas, também não encontrando resposta do RMS e MS às doses de nitrogênio. Quanto às variedades, Oliveira (1992) encontrou diferença significativa para RPB, onde a variedade SP70-1143 superou a variedade SP71-1406, fato este não verificado no presente trabalho.

Trivelin, Rodrigues e Vitória (1986) verificaram que do total de N aplicado às soqueiras de cana-de-açúcar, apenas 15% foram realmente aproveitados pela cultura. Além disso, o fato do solo do presente estudo possuir quantidades satisfatórias de nitrogênio (item 4.3), suficientes para a demanda das socas, explica a ausência de resposta a este nutriente, provocando até

um certo decréscimo do rendimento com o aumento das doses de N para variedade SP-70-1143. Ainda deve-se levar em conta o fato de que, como na cana forrageira os efeitos da compactação do solo provocados pelo trânsito de tratores e caminhões são bem menores que na cana industrial, há uma melhor aeração do solo, favorecendo a fixação do N.

Nota-se que, apesar da não significância entre as variedades, houve um rendimento maior da variedade SP70-1143 em relação a SP71-1406. Isto pode ser explicado pela maior rusticidade, menor exigência quanto à fertilidade do solo e um melhor restabelecimento e desenvolvimento do sistema radicular da soqueira daquela variedade (Nunes Júnior, 1987).

De qualquer maneira, os valores obtidos na Tabela 7 ressaltam o grande potencial da cana-de-açúcar como planta forrageira para a região, sendo que os altos rendimentos de matéria seca resultam em aumentos no RPB, o que, de certa forma, minimiza a desvantagem do baixo teor de proteína bruta na matéria seca.

#### **4.1.2 Características químico-bromatológicas**

Os resumos das análises de variância dos teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e digestibilidade "in vitro" da matéria seca (DIVMS) de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio, são apresentados na Tabela 8. Verifica-se que somente ocorreu efeito significativo de variedades sobre a

TABELA 8. Resumo da análise de variância das características químico-bromatológicas de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras - MG, 1994.

Causas de variação	GL	Quadrados Médios		
		PB	FDN	DIVMS
Variedades	1	0,1128	6,4889	45,7924*
Nitrogênio	3	0,0174	7,1354	12,6198
V x N	3	0,1540	7,2366	7,2284
Blocos	3	0,3457	8,5915	58,7704*
Resíduo	20	0,0929	6,9591	8,0966
CV (%)	-	12,05	5,41	5,26

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

digestibilidade "in vitro" da matéria seca. Não houve efeitos significativos do N e da interação V x N.

Os valores médios obtidos das duas variedades de cana, em função das doses de N, de PB, FDN e DIVMS, são apresentados na Tabela 9. Também aqui as doses de nitrogênio não influenciaram estas características.

Quanto as variedades, nota-se que a DIVMS da variedade SP70-1143 superou significativamente a da variedade SP71-1406, fato este não observado por Oliveira (1992) na cana-planta destas duas variedades. A maior DIVMS, provavelmente possa ser explicada pelo menor teor de fibra observado na variedade SP70-1143 (item 4.2.2).

TABELA 9. Valores médios das características bromatológicas de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras - MG, 1994.

Nitrogênio (kg/ha)	PB (%)		FDN (%)		DIVMS (%)	
	SP70-1143	SP71-1406	SP70-1143	SP71-1406	SP70-1143	SP71-1406
0	2,61	2,33	50,67	47,10	57,95	53,65
40	2,45	2,71	49,81	48,96	54,07	52,15
80	2,47	2,64	49,34	49,35	53,15	53,20
120	2,35	2,68	46,97	47,77	55,90	52,20
Médias	2,47 A	2,59 A	49,20 A	48,20 A	55,27 A	52,87 B

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste F ao nível de 5% de significância.

Os valores médios de PB encontrados são inferiores àqueles relatados por Lovadini (1971), Thiago et al. (1991), Carvalho (1992) e Oliveira (1992), todos trabalhando com cana-planta. Os dois últimos autores, usando as mesmas variedades, encontraram para SP70-1143 e SP71-1406, respectivamente, 3,95-3,09% e 4,13-2,80% de PB. Estes valores apresentaram-se superiores em decorrência do menor estágio de maturação, contrário ao do nosso trabalho, pois, como as folhas contém a maior parte da proteína na cana-de-açúcar, Hosterman e Hall, citados por Lovadini (1971), ressaltam que como ocorre maior desenvolvimento do colmo em relação ao número de folhas com o avanço dos estádios de desenvolvimento da cana, reduzindo a proporção folhas/colmo, há uma tendência a diminuir o teor de

proteína das plantas, à medida que há um prolongamento do seu ciclo.

Rodrigues, Primavesi e Esteves (1994), trabalhando com as mesmas variedades em cana-soca, obtiveram teores de FDN de 59,37% para a variedade SP70-1143 e 51,11% para a SP71-1406. Thiago et al. (1991), encontraram, um teor de FDN de 56,5% na variedade de cana NA 5679, sendo que, tal resultado mostrou-se superior aos verificados no presente trabalho. Por outro lado Pate (1981) encontrou um valor médio 37,05% de FDN para as variedades CP 59-73 e CP 68-1026, sendo este resultado bem aquém dos valores obtidos neste estudo.

Os valores de DIVMS apresentaram-se maiores do que os encontrados por Carvalho (1992) e Oliveira (1992), os quais detectaram para as variedades SP70-1143 e SP71-1406, respectivamente médias de 41,62-45,36% e 44,34-46,90% de DIVMS. Porém, Pate (1981), trabalhando com as variedades citadas anteriormente, observou uma maior digestibilidade "in vitro" da matéria seca (63,4%). Estas variações encontradas na literatura podem ser explicadas pelas diferentes épocas de corte e estádios de maturação da cana, as quais afetam as características químico-bromatológicas.

Banda e Valdez (1976) relatam que há uma melhora na digestibilidade, à medida em que ocorre o avanço da maturidade da cana-de-açúcar, decorrente do acúmulo de açúcar proporcionado pela maturação, onde há diluição da parede celular facilitando a digestibilidade.

Malik, Singh e Singh (1992), avaliando a adubação nitrogenada em três cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor*), verificaram que houve resposta estatisticamente significativa para DIVMS. Entretanto Dias (1993), trabalhando com três diferentes cultivares de gramíneas não detectou nenhum efeito da adubação nitrogenada sobre a digestibilidade, concordando com os resultados aqui relatados.

Mais uma vez são baixos os teores de PB encontrados nas variedades estudadas, sendo que, de acordo com Oliveira (1992), esta característica somente poderá ser modificada através do melhoramento genético, uma vez que os incrementos proporcionados pelo nitrogênio não são significativos.

Desta forma necessário se torna o emprego de uma fonte protéica complementar, tal como a uréia, para que melhores resultados possam ser alcançados com o uso da cana forrageira. Como já mencionado por Oliveira (1992), o uso da adubação nitrogenada pouco influencia as características químico-bromatológicas da cana-de-açúcar.

## **4.2 Características agrícolas e industriais**

### **4.2.1 Número médio de colmos por metro linear e rendimento de colmos**

Os resumos das análises de variância de número médio de colmos por metro linear e rendimento de colmos são apresentados na Tabela 10. Nota-se que apenas o fator variedade afetou .

significativamente a característica número médio de colmos por metro linear. O N e a interação V x N não afetaram estas duas características.

Os valores médios obtidos para estas características estão apresentados na Tabela 11.

Verifica-se que a variedade SP70-1143 suplantou a SP71-1406 quanto ao número médio de colmos por metro linear, o que era esperado, já que a primeira variedade tem, naturalmente, uma maior capacidade de perfilhamento (Nunes Júnior, 1987). Porém, isto não afetou os rendimentos de colmos que se mostraram estatisticamente iguais para as duas variedades.

TABELA 10. Resumo da análise de variância de número de colmos por metro linear e rendimento de colmos de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras - MG, 1994.

Causas de variação	GL	Quadrados médios	
		Nº médio de colmos por metro linear	Rendimento de colmos
Variedades	1	95,7728**	312,0000
Nitrogênio	3	1,5570	152,8633
V x N	3	0,5270	197,7670
Blocos	3	1,3932	823,0341
Resíduo	19	0,9843	290,6816
CV (%)	-	8,40	16,68

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

TABELA 11. Valores médios de número de colmos por metro linear e rendimento de colmos de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras - MG, 1994.

Nitrogênio (kg/ha)	Nº médio de colmos por metro linear		Rend. colmos (t/ha)	
	SP70-1143	SP71-1406	SP70-1143	SP71-1406
0	14,39	10,42	110,40	91,62
40	13,46	10,26	111,96	103,17
80	12,97	10,10	101,06	105,45
120	13,33	9,52	98,00	96,20
Médias	13,54 A	10,08 B	105,36 A	99,11 A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste F ao nível de 1% de significância.

As doses de nitrogênio não influenciaram o número médio de colmos por metro linear e o rendimento de colmos (t/ha).

Yadav, Kumar e Verma (1990), estudando nitrogênio em cana-soca, variedade CO 1148, obtiveram incremento no rendimento de cana utilizando-se de doses de nitrogênio de até 150 kg/ha. Brinholi, Furlani e Soares (1980), Espironelo et al. (1987) Sobral, Lira e Guimarães (1988) e Espironelo (1990) também detectaram efeitos significativos de doses de nitrogênio na elevação de rendimento da cana-soca, discordando dos resultados obtidos no presente trabalho. Entretanto, Moreno (1974) verificou o mesmo comportamento da cana-soca em função da aplicação de doses crescentes de nitrogênio, justificando que as quantidades de nitrogênio existente naquele solo foram suficientes para

atender a demanda da planta, sendo tal fato também observado no presente estudo.

Primavesi et al. (1994), avaliando o potencial agronômico de cana-soca em um Latossolo Vermelho-Escuro, obtiveram rendimentos de colmos de, respectivamente, 73 t/ha para a variedade SP70-1143 e 58 t/ha para a SP71-1406. Comparando estes valores com os do presente trabalho, considerando apenas a dose zero de nitrogênio, nota-se aqui uma superioridade de 33,88% para a variedade SP70-1143 e 36,69% para a SP71-1406. Isto confirma, mais uma vez, a presença do nitrogênio no solo em quantidades suficientes para um bom desenvolvimento da soca.

#### 4.2.2 Características químico-tecnológicas

O resumo das análises de variância das características químico-tecnológicas de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca) sob diferentes doses de nitrogênio é apresentado na Tabela 12.

Das características em estudo, nota-se que houve efeito significativo de variedade sobre açúcares redutores (AR) % cana, pureza (%) cana e fibra (%) cana. Não houve efeito de N e da interação V x N sobre estas características.

Observando a Tabela 13, nota-se para AR uma superioridade da variedade SP70-1143 em relação a SP71-1406. Porém, em termos de maturação, esta última encontrava-se em um estágio de maturação mais avançado, já que, quanto menor o AR, maior a maturação. A variedade SP71-1406 apresentou maior pureza

e fibra (%) cana do que a SP70-1143 (Tabela 14). O Brix e o Pol (%) cana não foram afetados pelo fator variedade (Tabela 13).

As doses de nitrogênio não afetaram as características químico-tecnológicas da cana-de-açúcar, concordando com Sobral, Lira e Guimarães (1988). Entretanto discorda dos resultados obtidos por Yadav, Kumar e Verma (1990), os quais verificaram redução na qualidade do caldo e por Zambello Jr. et al. (1977) e Sturion (1984), que encontraram respostas para a pol (%) cana em função da aplicação de doses crescentes de nitrogênio. Oliveira (1992), encontrou efeitos depressivos de doses crescentes de N sobre a pureza (%) cana.

TABELA 12. Resumo da análise de variância das características químico-tecnológicas de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca) sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras - MG, 1994.

Causas de variação	GL	Quadrados Médios				
		Brix	AR	Pol	Pureza	Fibra
Variedades	1	0,7021	0,3240**	2,5708	25,8480*	5,2245*
Nitrogênio	3	0,3441	0,0082	0,3213	3,2395	0,7488
V x N	3	0,5224	0,0483	0,8000	7,2883	0,1612
Blocos	3	0,2375	0,0386	0,2645	0,4050	1,6983
Resíduo	21	9,8411	0,0322	0,6208	3,4515	0,8407
CV (%)	-	4,11	27,45	5,12	2,01	8,05

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

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

TABELA 13. Valores médios de brix (%) cana, AR e pol (%) cana de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras-MG, 1994.

Nitrogênio (kg/ha)	Brix (%) cana		AR (%) cana		Pol (%) cana	
	SP70-1143	SP71-1406	SP70-1143	SP71-1406	SP70-1143	SP71-1406
0	16,94	16,67	0,65	0,63	15,43	15,48
40	16,08	17,01	0,79	0,49	14,49	15,96
80	16,33	16,43	0,88	0,52	14,98	15,47
120	16,59	17,01	0,69	0,57	15,52	15,76
Médias	16,48 A	16,78 A	0,75 A	0,55 B	15,10 A	15,67 A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste F ao nível de 1% de significância.

TABELA 14. Valores médios de pureza (%) cana e fibra (%) cana de duas variedades de cana-de-açúcar, sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras - MG, 1994.

Nitrogênio (kg/ha)	Pureza (%) cana		Fibra (%) cana	
	SP70-1143	SP71-1406	SP70-1143	SP71-1406
0	90,95	92,86	10,52	11,47
40	90,14	93,80	10,99	11,93
80	91,74	94,20	11,26	12,21
120	93,52	92,68	11,17	11,55
Médias	91,59 B	93,39 A	10,98 B	11,79 A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste F ao nível de 5% de significância.

### 4.2.3 Açúcar teórico recuperável (ATR) e álcool teórico

Os resumos das análises de variância de açúcar teórico recuperável e álcool teórico estão dispostos na Tabela 15. Nota-se que houve efeito significativo apenas de variedade, influenciando somente a característica ATR. O nitrogênio não afetou as características estudadas.

Dos valores médios apresentados na Tabela 16, nota-se que a variedade SP71-1406 apresentou maior ATR, superando assim a SP70-1143. Isto é reflexo de melhores características tecnológicas, já discutidas no item anterior.

TABELA 15. Resumo da análise de variância de açúcar teórico recuperável (ATR) e álcool teórico de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras - MG, 1994.

Causas de variação	GL	Quadrados Médios	
		ATR	Alcool teórico
Variedades	1	323,7239*	22,9164
Nitrogênio	3	35,5848	5,3045
V x N	3	96,1104	12,3191
Blocos	3	29,7487	8,8596
Resíduo	21	67,0477	11,1365
CV (%)	-	6,54	4,57

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

As doses de nitrogênio não alteraram significativamente os valores de ATR e álcool teórico, discordando de trabalhos encontrados na literatura. Alvarez, Amaral e Arruda (1960) aplicando 0, 80 e 160 kg de N/ha em cana-planta (kg/t), detectaram aumento linear no teor de ATR. Porém, Marinho, Cavalcante e Amorim (1985) observaram efeitos lineares negativos, quando da aplicação crescente de doses de N e Thomas e Scott (1992), utilizando 0 e 200 kg de N/ha, verificaram redução de ATR de 141,9 para 129,8 kg/t.

TABELA 16. Valores médios de açúcar teórico recuperável (ATR) (kg/t) e álcool teórico (l/t) de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca) sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras - MG, 1994.

Nitrogênio (kg/ha)	ATR (kg/t)		Alcool teórico (l/t)	
	SP70-1143	SP71-1406	SP70-1143	SP71-1406
0	124,50	126,46	73,15	73,31
40	115,23	131,39	69,49	74,89
80	120,95	127,27	72,07	72,78
120	127,61	128,62	73,73	74,23
Médias	122,07 B	128,43 A	72,11 A	73,80 A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste F ao nível de 5% de significância.

#### 4.2.4 Rendimento de açúcar e álcool

Os resumos das análises de variância dos rendimentos de açúcar e de álcool de duas variedades de cana-de-açúcar, sob quatro doses de nitrogênio, são apresentados na Tabela 17.

Verifica-se que nenhum efeito significativo foi detectado sobre estas características. Os valores médios obtidos estão apresentados na Tabela 18.

A não influência das doses de nitrogênio sobre os rendimentos de açúcar e álcool por hectare contraria alguns trabalhos encontrados na literatura. Espironelo et al. (1987) verificaram efeitos significativos, positivos, sobre o rendimento de açúcar por ha quando da aplicação de 0, 50, 100, 150 e 200 kg de N/ha. Também Espironelo (1990) utilizando doses de 60 e 120 kg de N/ha, detectou aumentos na produtividade de açúcar por área de, 16 a 29%, em relação a dose de N. Já Orlando Filho e Zambello Júnior (1980) mencionam que não há efeito de doses crescentes de nitrogênio sobre os rendimentos de açúcar e álcool, concordando com os resultados obtidos neste trabalho.

Korndorfer e Martins (1992) mencionam que altas doses de nitrogênio causam redução do teor de sacarose, em decorrência do efeito de diluição, diminuindo a produção de açúcar por área.

TABELA 17. Resumo da análise de variância dos rendimentos de açúcar (t/ha) e de álcool (l/ha) de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras - MG, 1994.

Causas de variação	GL	Quadrados Médios	
		Rend. de açúcar	Rend. de álcool
Variedades	1	0,1499	0,6498
Nitrogênio	3	0,7048	0,3772
V x N	3	4,3065	1,1168
Blocos	3	10,7427	3,7929
Resíduo	19	4,2771	1,4736
CV (%)	-	16,22	16,32

TABELA 18. Valores médios de rendimento de açúcar (t/ha) e de álcool (l/ha) de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nitrogênio. UFLA, Lavras - MG, 1994.

Nitrogênio (Kg/ha)	Rendimento de açúcar (t/ha)		Rendimento de álcool (l/ha)	
	SP70-1143	SP71-1406	SP70-1143	SP71-1406
0	13,71	11,53	8056	6702
40	12,81	13,48	7750	7692
80	12,21	13,36	7277	7642
120	12,54	12,36	7240	7155
Médias	12,82	12,68	7583	7298

### 4.3 Nitrogênio no sistema solo-planta

Os resumos das análises de variância das características teor e absorção total de nitrogênio estão apresentados nas Tabelas 19 e 20. Verifica-se que os tratamentos não influenciaram significativamente as características em estudo.

Os valores médios obtidos de teor e absorção total de nitrogênio estão apresentados na Tabela 21.

Tomando-se por base a absorção total de nitrogênio na ausência de adubação com esse elemento, as variedades em estudo extraíram, em média, 207,48 kg de N/ha. Oliveira (1992), trabalhando com as mesmas variedades na cana-planta, detectou, aos 11 meses de idade, uma extração média em torno de 164 kg de N/ha. Desta forma, a soca absorveu mais nitrogênio do que a cana-planta.

A ausência de resposta da cana-de-açúcar à adubação nitrogenada neste experimento pode ser atribuída à suficiente quantidade de nitrogênio existente no solo, atendendo a demanda da cultura. Oliveira (1992) menciona que, neste mesmo solo onde foi instalado o experimento da cana-soca, no início de seus estudos existia um considerável reservatório de N mineral, em torno de 217 kg/ha, contidos nos primeiros 80 cm de profundidade. No prazo de onze meses (cana-planta) houve uma redução no reservatório de N no solo, equivalente a 97 kg de N/ha. Com isto, pode-se inferir que no início da cana-soca existia no solo algo em torno de 120 kg de N/ha na camada de 0 a 80 cm.

TABELA 19. Resumo da análise de variância do teor de nitrogênio de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nutriente. UFLA, Lavras - MG, 1994.

Causas de variação	GL	Quadrado médio
		Teor de N
Variedades	1	0,003003
Nitrogênio	3	0,000503
V x N	3	0,00448
Blocos	3	0,00995
Resíduo	20	0,00270
CV (%)	-	12,84

TABELA 20. Resumo da análise de variância da absorção total de nitrogênio de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca), sob diferentes doses de nutriente. UFLA, Lavras - MG, 1994.

Causas de variação	GL	Quadrado médio
		Absorção total
Variedades	1	1569,9603
Nitrogênio	3	1394,5340
V x N	3	3107,9597
Blocos	3	1625,1775
Resíduo	18	1731,8211
CV (%)	-	19,64

TABELA 21. Valores médios para teor (%) e absorção total (kg/ha) de nitrogênio de duas variedades de cana-de-açúcar (cana-soca). UFLA, Lavras - MG, 1994.

Variedades	N total (%)	Absorção total (kg N/ha)
SP70-1143	0,39	218,84
SP71-1406	0,41	204,83

Considerando uma mineralização de 2% ao ano em condições de campo, o nitrogênio obtido através da mineralização da matéria orgânica atinge, neste trabalho, uma quantidade média de 132,0 kg de N/ha, numa profundidade de 0 - 80 cm.

Daí, somando-se o nitrogênio do reservatório do solo mais o advindo do processo de mineralização, encontra-se uma quantidade em torno de 252 kg de N/ha, o que seria mais do que suficiente para a demanda da cultura, uma vez que a cana-de-açúcar absorveu, em média, 211,83 kg de N/ha.

Em estudo conduzido em Laboratório, sob condições ideais de temperatura e umidade do solo, Oliveira (1992) citado por Vale (1994)<sup>1</sup>, utilizando amostras de solo das camadas de 0 a 80 cm da mesma área experimental do presente trabalho, verificaram um potencial de mineralização de 2,0 kg N/ha/dia. Já, para as condições de campo, o solo apresenta um potencial de mineralização em torno de 0,36 kg N/ha/dia, naquela mesma camada.

1 Comunicação pessoal realizada pelo professor Fabiano Ribeiro do Vale - PhD em Fertilidade do Solo/UFLA. Lavras-MG, 13/12/94.

Assim, os resultados obtidos neste trabalho nas condições em que foi desenvolvido, demonstraram que o grande reservatório de N mineral presente no solo, bem como a capacidade de mineralização, forneceram juntos, uma quantidade muito acima das necessidades da cultura. Mesmo considerando as perdas, a quantidade de N ainda seria suficiente para se obter altas produções, concordando assim com trabalhos de Moreno (1974), Salcedo e Sampaio (1984), Salcedo, Sampaio e Alves (1985), Bittencourt, Faganello e Salata (1986).

## 5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e nas condições em que o trabalho foi realizado pode-se concluir que:

- As doses de nitrogênio aplicadas, assim como a interação Variedade x Nitrogênio, não influenciaram o rendimento forrageiro (massa verde, matéria seca e proteína bruta por ha) e industrial (colmos, açúcar e álcool por ha) da cana-de-açúcar. A qualidade forrageira (características químico-bromatológicas) e industrial (características químico-tecnológicas) também não foram afetadas.
- A quantidade de N originalmente existente no solo, bem como a capacidade de mineralização do N orgânico, foram suficientes para suprir as necessidades da cana-soca quanto a este nutriente.
- As duas variedades mostraram-se semelhantes quanto ao rendimento agrícola e industrial.
- A variedade SP70-1143 se destacou como forrageira por apresentar melhores resultados nos rendimentos de massa verde, matéria seca, proteína bruta e maior coeficiente de digestibilidade "in vitro" da matéria seca.

- Os altos rendimentos de massa verde e matéria seca, obtidos pelas duas variedades, demonstram o grande potencial da cana-de-açúcar como planta forrageira para a região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, R.; AMARAL, A.Z.; ARRUDA, H.V. Ensaio de adubação NPK em cana-de-açúcar. *Bragantia*, Campinas, v.19, n.63, p.1061-1069, dez. 1960.
- ANDRADE, N.O. de. Cana como volumoso para bovinos. In: **COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL**. Programa Estadual de Estímulo a Produção Leiteira. Campinas, 1988. p.1-10.
- AZEREDO, D.F. de; MOTA, J.J.; MANHAES, M.S.; ROBAINA, A.A. **A adubação nitrogenada em cana-soca**. *Saccharum*, São Paulo, v.3, n.9, p.35-38, 1980.
- BANDA, M.; VALDEZ, R.E. Effect of stage of maturity on nutritive value of sugar cane. *Tropical Animal Production*, Mexico, v.1, n.94-97, 1976.
- BIONDI, P.; CAIELLI, E.L.; FREITAS, E.A.N. de; LUCCI, C. de S.; ROCHA, G.L. Substituição parcial e total da silagem de milho por cana-de-açúcar como únicos volumosos para vacas em lactação. *Boletim Industrial Animal*, Nova Odessa, v.35, n.1, p.45-55, jan./jun. 1978.
- BITTENCOURT, V.C.; FAGANELLO, B.F.; SALATA, J.C. Eficiência da adubação nitrogenada em cana-de-açúcar (planta). **STAB, açúcar, álcool e subprodutos**. Piracicaba, v.5, n.1, p.25-29, set./out. 1986.
- BOIN, C. Cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO PAULISTA DE AGRONOMIA, 6, Piracicaba, 1986. **Anais...**, Piracicaba: FEALQ 1987. p.54-77.
- BOIN, C. Produção animal em pastos adubados. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1, Nova Odessa, 1985. **Anais...** Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1986. p.383-419.
- BOIN, C.; GUILHERME, F.; BIONDI, F.; BONILHA NETO, L.M. Comparação entre silagem de milho e cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. 2. Efeito do nível de concentrado na produção de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 20, Pelotas, 1983. **Anais...** Rio Grande do Sul, 1983. p.84.

- BONILHA NETO, L.M.; BENINTENDI, R.P.; BOIN, C. Avaliação da cana-de-açúcar como volumoso exclusivo para novilhas leiteiras em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 21., Belo Horizonte, 1984. **Anais...** Belo Horizonte: SBZ, 1984. p.16-20.
- BOSÉ, M.L.V. Fontes energéticas alimentares para bovinos. In: SIMPOSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DOS RUMINANTES, 1, Fortaleza, 1986. **Anais...** Fortaleza: UFC, 1988. p.45-63.
- BRINHOLI, O.; FURLANI, J.A.; SOARES, G.E. Estudo comparativo de formas e doses de nitrogênio na cultura de cana-de-açúcar (soca e ressoça). **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.95, n.4, p.30-38, 1980.
- CAIELLI, E.L. Cana e bagaço na alimentação do gado vacum. **Açúcar e álcool**. Publ. Técnica, São Paulo, Som Verde, v.7, n.35, p.19-21, jul./ago. 1987.
- CARNAUBA, B.A.A. Eficiência de utilização e efeito residual da uréia -  $^{15}\text{N}$  em cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* spp) em condições de campo. Piracicaba: ESALQ, 1989. 193p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).
- CARNAUBA, B.A.A. O nitrogênio e a cana-de-açúcar. **STAB, Açúcar, Alcool e Sub-produtos**, Piracicaba, v.8, n.34, p.24-41, jan./abr. 1990.
- CARVALHO, G.J. de. Avaliação do potencial forrageiro e industrial de variedades de cana-de-açúcar (ciclo de ano) em diferentes épocas de corte. Lavras: ESAL, 1992. 63p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- CARVALHO, M.M.; SARAIVA, O.F. Resposta do capim gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) a aplicação de nitrogênio em regime de cortes. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.16, n.5, p.442-454, set./out. 1987.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - CFSEMG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (4ª aproximação)**. Lavras, 1989. 176p.
- COOPERATIVA DOS PRODUTORES DE AÇUCAR E ALCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Amostragem e análise de cana-de-açúcar**. Piracicaba: Centro de Tecnologia COOPERSUCAR, 1980. 37p.
- DIAS, P.F. **Rendimento, Composição bromatológica e digestibilidade "in vitro" de três gramíneas forrageiras tropicais sob diferentes doses de nitrogênio**. Lavras: ESAL, 1993. 129p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- DILLEWIJN, V.C. **Botany of sugarcane**. Wolthan: Massachussets, The Chronica Botanica, 1952. 371p.

- ESPIRONELO, A. Contribuição do Instituto Agronômico de Campinas (IAC) para a nutrição e adubação da cana-de-açúcar. III. Adubação NPK em socas. Piracicaba, **STAB, Açúcar, álcool e subprodutos**, Piracicaba, v.8, n.3/4, p.10-12, jan./abr. 1990.
- ESPIRONELO, A.; CANTADELLA, H.; IGUE, T.; NELLI, E.J.; COLETI, J.T.; BOVI, V.; RAMOS, M.T.B. Aplicação de aquamônia, uréia, nitrato de amônia e cloreto de potássio em cinco níveis, em três socas de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 4, Olinda, 1987. **Resumos STAB, Açúcar, Alcool e Sub-produtos**, Piracicaba, v.6, n.1, p.12, set./out. 1987.
- ESPIRONELO, A.; OLIVEIRA, H.; LEPSCH, I.F.; NAGAI, V.; PEREIRA, J.C.N.A. Efeitos da adubação NPK, em três profundidades, em soca de cana-de-açúcar. I. Produção de cana e de açúcar. In: **CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DE TÉCNICOS AÇUCAREIROS DO BRASIL**, 2, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: STAB, V.3, 1982. p.89-110.
- FAVORETO, V. Frequências de corte e níveis de nitrogênio em capim Colômbio. I. Produção de matéria seca e capacidade de suporte estimada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 18, Goiânia, 1981. **Anais...** Goiânia: SBZ, 1981. p.109.
- FERNANDES, M.S.; ROSSIELLO, R.O.P. Aspectos do metabolismo e utilização do nitrogênio em gramíneas tropicais. In: MATTOS, H.B. et al. **Calagem e adubação de pastagens**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p.93-123.
- FURTADO, D.A. **Substituição de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), pela silagem de milho, na alimentação de novilhas**. Viçosa: UFV, 1987. 51p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- GOHL, B. **Tropical feed: feed information summaries and nutritive values**. Rome: FAO, 1981. 658p.
- GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 4.ed. Piracicaba: ESALQ, 1970. 427p.
- GOMIDE, J.A.; COSTA, G.G. Adubação nitrogenada e consorciação de capim colômbio jaraguá. III. Efeitos de níveis de nitrogênio sobre a composição mineral e digestibilidade da matéria seca das gramíneas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.13, n.2, p.215-224, 1984.
- GOMIDE, J.A.; NOLLER, C.H.; MOTT, G.O.; CONRAD, J.H.; HILL, D.L. Effect of plant age and nitrogen fertilization on the chemical composition and "in vitro" cellular digestibility of tropical grasses. **Agronomy Journal**, Madison, v.61, n.1, p.116-112, Jan./Feb. 1969.

- GUARAGNA, G.P.; FIGUEIREDO, A.L.; GAMBINI, L.B.; CASTILHO, J.B. Cana-de-açúcar como suplementação volumosa para novilhas leiteiras durante a seca. *Zootecnia*, Nova Odessa, v.24, n.2, p.171-180, abr./jun. 1986.
- KORNDORFER, G.H.; MARTINS, M. Importância da adubação na qualidade da cana-de-açúcar. *STAB, Açúcar, Alcool e Subprodutos*, Piracicaba, v.10, n.3, p.26-31, jan./fev. 1992.
- KUNG JUNIOR, L.; STANLEY, R.W. Effect of storage of maturity on the nutritive value of whole plant sugar cane preserved as silage. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.54, n.5, p.689, Abr. 1982.
- LANDRAU, P.; SAMUELS, G. Response of four varieties to fertilizers during the first Isabela cycle, 1946-51. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, v.38, n.2, p.73-95, 1954.
- LOVADINI, L.A.C. Efeito da maturidade da planta sobre a composição da fibra-bruta, celulose, lignina e digestibilidade "in vitro" da celulose em variedades de cana-de-açúcar. Piracicaba, ESALQ/USP, 1971. 67p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- MALAVOLTA, E. Adubação mineral da cana-de-açúcar. *Açúcar e álcool* (publ. técnica). São Paulo, n.7, p.10-17, nov./dez. 1982.
- MALIK, H.P.S.; SINGH, H.; SINGH, O.P. Response of multicut fodder sorghum (*Sorghum bicolor*) cultivars to nitrogen and cutting management. *Indian Journal of Agronomy*, New Delli, v.37, n.3, p.470-473, Sept. 1992.
- MARINHO, M.L.; CAVALCANTE, G.A.; AMORIM, A.L.C. Influência do nitrogênio, fósforo e potássio no rendimento industrial dos canaviais de Alagoas. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, v.86, n.6, p.19-29, jun. 1985.
- MATSUOKA, S.; HOFFMANN, H.P. Variedades de cana-de-açúcar para bovinos. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (eds.). SIMPOSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5. Cana-de-açúcar e seus subprodutos para bovinos. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1993. p.17-35.
- MEIRELLES, N.M.F.; ABRAMIDES, P.L.G.; CASAGRANDE, D.V.; MUNHOZ, L.C. Uso de áreas de reserva com cana-de-açúcar exclusiva e cana-de-açúcar associada à leguminosas, no desempenho de bovinos a pasto. *Boletim Industrial Animal*, Nova Odessa, v.48, n.1, p.31-38, jan./jun. 1991.

- MELOTTI, L. Estudo comparativo da digestibilidade de gramíneas forrageiras com ovinos e bovinos. IV. Digestibilidade in vivo da cana-de-açúcar IAC 36-25. *Zootecnia*, Nova Odessa, v.24, n.2, p.207-217, abr./jun. 1986.
- MINARDI, N.L.; SIEWERDT, L. Efeito do nitrogênio na produção de matéria seca, teor e produção de proteína bruta de três cultivares de *Panicum maximum*. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 21, Belo Horizonte, 1984. *Anais...* Belo Horizonte: SBZ, 1984. p.373.
- MOORE, J.A.; POORE, M.H.; SWINGLE, R.S. Time-saring procedure for determining dry matter (DM) and neutral detergent fiber (NDF) content in residues from "in situ" incubations. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.65, suppl. 1, p.487, 1987. (Abst. 706).
- MORENO, F. **Avaliação de riscos na fertilização da cana-soca.** Viçosa: UFV, 1974. 75p. (Dissertação - Mestrado em Economia Rural).
- NAUFEL, F.; GOLDMAN, E.F.; GUARAGNA, R.N.; GAMBINI, L.B.; SCOTT, W.N.; KALIL, E.B. Estudo comparativo entre cana-de-açúcar e silagens de milho, sorgo e capim napier na alimentação de vacas leiteiras. *Boletim da Indústria Animal*, Nova Odessa, v.26, p.9-12, 1969.
- NUNES JUNIOR, D. Variedades de cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. (coord.). **Cana-de-açúcar, cultivo e utilização.** Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, p.187-259.
- OLIVEIRA, P.S.R. de. **Avaliação do potencial forrageiro e industrial de duas variedades de cana-de-açúcar (ciclo de ano), sob diferentes níveis de nitrogênio.** Lavras: ESAL, 1992. 72p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- PATE, F.M. Fresh chopped sugar cane in growing-finishing steer diets. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.53, n.4, p.881-888, 1981.
- PEDROSA, A.C.; SALETTE, J. Importância da adubação nitrogenada sobre o desenvolvimento do sorgo. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., João Pessoa, 1991. *Anais...* João Pessoa: SBZ, 1991. p.121.
- PEIXOTO, A.M. A cana-de-açúcar como forrageira. In: MALAVOLTA, E. et al. **Cultura e adubação da cana-de-açúcar.** São Paulo: Instituto Brasileiro de Potassa, 1964. p.307-318.
- PEIXOTO, A.M. A cana-de-açúcar como recurso forrageiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGEM, 16, Piracicaba, 1986. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1986. p.16-47.

- PIGDEN, W.J. Derided sugarcane as an animal feed - a major breaktroug. **Word Animal Review**, New York, n.11, p.1-5, 1974.
- POLI, J.L.E.H.; ROFFLER, R.; LEBOUTE, E.M.; PRATES, E.R. Efeito da adubação nitrogenada sobre a produção, consumo e digestibilidade de feno de capim pangola (*Digitaria decumbens* Stent.). **Anuário Técnico do Instituto de Pesquisas Zootécnicas "Francisco Osório"**, Porto Alegre, n.2, p.423-460, mar. 1975.
- PRESTON, T.R.; LENG, R.A. La caña de azúcar como alimento para los bovinos. **Revista Mundial de Zootecnia**, Quebec, v.27, p.7-12, 1978.
- PRIMAVESI, O.; RODRIGUES, A.A.; NOVAES, N.J.; PRIMAVESI, A.C. Avaliação agrônômica de cana-soca. 1. Em Latossolo Vermelho Escuro. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., Maringá, 1994. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p.285.
- RODRIGUES, L. Utilização da cana-de-açúcar e de subprodutos da agroindústria canavieira na nutrição animal. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P.(eds). SIMPOSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5, Cana-de-açúcar e seus subprodutos para bovinos. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p.167-177.
- RODRIGUES, A.A.; PRIMAVESI, O.; ESTEVES, S.N. Valor nutritivo de variedades de cana-de-açúcar para bovinos - primeira soca. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, Maringá, 1994. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p.537.
- SALCEDO, I.H.; SAMPAIO, E.V.S.B. Dinâmica de nutrientes em cana-de-açúcar. II. Deslocamento vertical e horizontal de  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  e  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.9, p.110-108, set. 1984.
- SALCEDO, I.H.; SAMPAIO, E.V.S.B.; ALVES, G.D. Mineralização do carbono e do nitrogênio em solo cultivado com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v.9, n.1, p.33-38, jan./abr. 1985.
- SALINAS, J.G.; GUALDRON, R. Adaptación y requerimientos de fertilizaciones de *Brachiaria humidicola* (Rendll) Schweikt en la altillamera plana de los llanos orientales de Colombia. In: SIMPOSIO SOBRE CERRADO: Savanas, alimentos e energia, 6, Brasília, DF, 1982. Planaltina: EMBRAPA - CPAC, 1988. p.457-471.
- SALLISBURY, F.B.; ROSS, C. Metabolism and functions of nitrogen and sulfur. In: \_\_\_\_\_. **Plant physiology**. California: Wadsworth Pub., 1969. p.330-348. (The Wadsworth Botany Series).

- SANTANA, J.R. de; SANTOS, G.L. dos. Efeito do parcelamento de nitrogênio e intervalos entre cortes sobre a produção de matéria seca e de proteína bruta de *Setaria anceps* Stapf. cv. Kazungula. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.12, n.3, p.522-532, 1983.
- SILVA, D.J. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV, 1981. 166p.
- SILVEIRA, J.A.C. **Interações entre assimilação de nitrogênio e o crescimento da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), cultivada em condições de campo**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1985. 152p. (Tese Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).
- SOBRAL, A.F. de; LIRA, L.J. de A. Adubação nitrogenada em cana-de-açúcar no nordeste do Brasil. **STAB, Açúcar, Alcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.1, n.5, p.29-34, maio/jun. 1983.
- SOBRAL, A.F.; LIRA, L.J.A. Efeitos da adubação com nitrogênio em cana-soca no nordeste brasileiro. **STAB, Açúcar, Alcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.2, n.2, p.36-39, jan./fev. 1984.
- SOBRAL, A.F. de; LIRA, L.J. de A.; GUIMARAES, V.O.S. Efeito da suplementação mineral da vinhaça na fertilização da cana-soca. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.106, n.4, p.11-15, 1988.
- STURION, A.C. **Influência de diferentes níveis de adubação NPK na produtividade agrícola e nas características industriais da soqueira da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. Piracicaba: ESALQ, 1984. 48p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).
- THIAGO, L.R.L.S.; BEMBAHAM, A.B.; MIRANDA, R.G.; COSTA, F.P.; EUCLIDES, V.P.B.; CARVALHO, J. Terminação de bovinos em confinamento. I. Uso de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.* NA 56-79), capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Cameroon), e concentrado na engorda de novilhos nelore e mestiços. Campo Grande: EMBRAPA-CNPQC, 1991. 9p. (Comunicado Técnico, 39).
- THOMAS, J.R.; SCOTT, A.W.J.R. Effects of nitrogen fertilization on availability of P and K to sugarcane. In: **Sugar crops, starch crops, soil and fertilizer**, Weslaco, TX, USA. v.55, n.8, p.1081, Aug. 1992.
- TRIVELIN, P.C.O.; RODRIGUES, J.C.S.; VITÓRIA, R. Aproveitamento pela soqueira da cana-de-açúcar do nitrogênio dos adubos uréia ( $^{15}\text{N}$ ) e aquamônia ( $^{15}\text{N}$ ) incorporados ao solo em área fertilizada com vinhaça. In: SEMINARIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, COOPERSUCAR, Piracicaba, 1986. p.287-301.
- URQUIAGA, S.A.; CRUZ, K.H.S.; BODDEY, R.M. Contribution of nitrogen fixation to sugar cane: nitrogen - 15 and nitrogen - balance estimates. **Soil Science Society for American Journal**, Madison, v.56, p.105-114, 1992.

Tema = A interferência do  
nitrogênio no potencial  
ferroviário da Lema de  
Onuma

SAMON

- VELLOSO, L. Estudo comparativo sobre o valor das silagens de milho e de sorgo, do "pé de milho" e de cana desintegrada fornecidos a novilhos nelore em regime de confinamento. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.27/28, p.313-323, jan./jun. 1970.
- YADAV, R.L.; KUMAR, R.; VERMA, R.S. Effects of nitrogen applied through new carries on yield and quality of sugar cane. **Journal of Agricultural Science**, Lucknow, v.114, n.2, p.225-230, 1990.
- ZAMBELLO JUNIOR, E.; ORLANDO FILHO, J. A adubação da cana-de-açúcar na região centro-sul do Brasil. **Boletim Técnico PLANALSUCAR**, Piracicaba, v.3, n.3, p.5-26, mar. 1981.
- ZAMBELLO JUNIOR, E.; ORLANDO FILHO, J.; COLLETTI, J.T.; ROSSETTO, A.J. Adubação de soqueiras em 3 variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) cultivadas em Terra Roxa Estruturada no Estado de São Paulo. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.89, n.3, p.11-17, 1977.