

FERNANDO COSTA DUARTE

**CANA-DE-AÇÚCAR:
DO PLANTIO À ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2009

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

D812c
2009

Duarte, Fernando Costa, 1980-

Cana-de-açúcar: do plantio à alimentação de bovinos /
Fernando Costa Duarte. – Viçosa, MG, 2009.
xv, 104f. : il. ; 29cm.

Orientador: José Maurício de Souza Campos.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 82-104.

1. Bovino - Nutrição. 2. Cana-de-açúcar na nutrição animal.
3. Cana-de-açúcar - Cultivo. I. Universidade Federal de
Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 636.2085

FERNANDO COSTA DUARTE

**CANA-DE-AÇÚCAR:
DO PLANTIO À ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

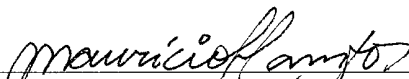
APROVADA: 18 de dezembro de 2009.



Prof. Odilon Gomes Pereira



Prof. José Antônio Obeid



Prof. José Mauricio de Souza Campos
(Orientador)

A Deus, pela sua misericórdia e por ter doado seu filho para nos salvar.

Aos meus pais, José das Graças Lage Duarte e Maria do Socorro Costa Duarte, pelos ensinamentos e pela dedicação, para me proporcionar o início da caminhada.

Às minhas irmãs, Doralice Costa Duarte e Débora Costa Duarte, pelo carinho.

Aos meus tios e tias, pela amizade.

À minha esposa, Cheila Rúbia Leite Massière, meu amor, pelo companheirismo e pelo carinho diário.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

Ao professor José Maurício de Souza Campos, pelos primeiros ensinamentos ainda na graduação, pela confiança, pelo respeito e pela orientação.

Ao Christiano Nascif , pelo convívio, pela amizade e pelo exemplo profissional.

Aos professores José Antônio Obeid e Odilon Gomes Pereira, pelas valorosas sugestões para conclusão deste trabalho.

Aos amigos do Projeto Educampo Leite, Sebrae-MG e à Embaré.

À Tortuga Cia. Zootécnica Agrária, em especial ao Carlos Portela e Rodrigo Costa, pela confiança, e a todos os amigos que fazem parte desta equipe.

BIOGRAFIA

FERNANDO COSTA DUARTE, filho de Maria do Socorro Costa Duarte e de José das Graças Lage Duarte, nasceu em Ferros-MG, em 13 de maio de 1980.

Em janeiro 1999, ingressou na Universidade Federal de Viçosa, colando grau em janeiro de 2004 com o título de Engenheiro-Agrônomo.

Em julho de 2005, ingressou no Programa de Pós-Graduação do REHAGRO, concluindo em agosto de 2006, obtendo o título de Especialista em Pecuária Leiteira.

Em julho de 2007, ingressou no Programa de Pós-Graduação Profissionalizante em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, em nível de Mestrado, concentrando seus estudos na área de produção e nutrição de ruminantes, defendendo sua dissertação dia 18 de dezembro de 2009.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE QUADROS	x
LISTA DE FIGURAS.....	xi
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
2. PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR	3
2.1. Escolha de variedades	3
2.2. Época de plantio.....	4
2.3. Preparo do solo	7
2.4. Sulcagem.....	8
2.5. Distribuição de mudas	9
2.6. Controle de plantas daninhas	9
2.7. Tratos culturais em soqueira	12
2.8. Fertilidade do solo	12
2.8.1. Calagem	15
2.8.2. Gessagem	18
2.8.3. Adubação mineral	20
2.8.4. Nitrogênio	21
2.8.5. Fósforo	27

	Página
2.8.6. Potássio	29
2.8.7. Enxofre.....	31
2.8.8. Micronutrientes	32
2.8.9. Avaliação do estado nutricional da cana-de-açúcar.....	32
2.8.10. Adubação verde	33
2.8.11. Adubos orgânicos	34
2.9. Determinação do estágio de maturação	35
3. CANA-DE-AÇÚCAR E DERIVADOS COMO ALIMENTOS PARA BOVINOS	36
3.1. Efeito da variedade na qualidade nutricional da cana-de-açúcar.....	37
3.2. Efeito da idade do corte na qualidade nutricional.....	40
3.3. Cana-de-açúcar e ureia.....	41
3.4. Cana-de-açúcar e farelos.....	42
3.5. Cana-de-açúcar e silagem de milho	43
3.6. Cana-de-açúcar tratada com NaOH	45
3.7. Cana-de-açúcar tratada com CaO	46
3.8. Silagem de cana-de-açúcar	47
3.9. Bagaço de cana-de-açúcar	62
4. CANA-DE-AÇÚCAR NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE....	65
4.1. Silagem de cana-de-açúcar	68
4.2. Bagaço de cana-de-açúcar	69
5. CANA-DE-AÇÚCAR NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS LEITEIROS ...	71
5.1. Vacas em lactação.....	71
5.1.1. Cana-de-açúcar e ureia.....	72
5.1.2. Cana-de-açúcar e silagem de milho	74
5.1.3. Silagem de cana-de-açúcar	78
5.2. Novilhas	79
5.1.3. Silagem de cana-de-açúcar	80
6. CONCLUSÕES	81
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82

LISTA DE TABELAS

		Página
1	Características agroindustriais, morfológicas e de tolerância a doenças e pragas das principais cultivares de cana-de-açúcar	5
2	Parâmetros climáticos e edáficos da região oeste paulista. Cana-planta, safra 1996/1997	13
3	Elevação da saturação por bases (V) de camadas da subsuperfície de um solo cultivado com cana-de-açúcar, avaliada três anos depois da aplicação de gesso	20
4	Extração e exportação de nutrientes para a produção de 100 toneladas de colmos (kg)	21
5	Doses de fósforo sugeridas para a adubação da cana, com base na disponibilidade do fósforo extraído com resina de troca iônica e na produtividade esperada	28
6	Doses de fósforo sugeridas para a adubação da cana, com base na disponibilidade do fósforo extraído com Mehlich-1 e na produtividade esperada	28
7	Classes de fertilidade do solo para fósforo extraído com Mehlich-1	28
8	Doses de potássio sugeridas para a adubação da cana, com base na disponibilidade do potássio extraído com Mehlich-1 e na produtividade esperada	30

		Página
9	Classes de fertilidade do solo para potássio extraído com Mehlich-1.....	30
10	Doses de potássio sugeridas para a adubação da cana-planta, com base na disponibilidade do potássio extraído com resina de troca iônica e na produtividade esperada	30
11	Doses de potássio sugeridas para a adubação das rebrotas, baseando-se na disponibilidade do potássio extraído com resina de troca iônica e na produtividade esperada	31
12	Produtividade agrícola de três cortes, em toneladas de colmos por hectare.....	34
13	Estágios de maturação da cana-de-açúcar	35
14	Composição bromatológica da cana-de-açúcar, em porcentagem da matéria seca	37
15	Composição mineral média da cana-de-açúcar em comparação com os requerimentos de alguns minerais para bovinos.....	37
16	Composição química e digestibilidade <i>in vitro</i> da cana-de-açúcar	41
17	Digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS) e da fibra insolúvel em detergente neutro (DAFDN) de dietas com cana-de-açúcar como volumoso único e diferentes suplementos.....	44
18	Teores médios de FDA (%MS) de silagens de cana-de-açúcar tratadas com diferentes níveis de óxido de cálcio.....	51
19	Perdas e produção de efluente das silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e microbianos	54
20	Valores médios de variáveis observadas em dois experimentos, com o uso de aditivos químicos e inoculantes bacterianos em silagens de cana-de-açúcar.....	56
21	Parâmetros de fermentação, digestibilidade e perdas em silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e inoculantes bacterianos.....	57
22	Composição química de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e inoculantes bacterianos.....	58
23	Composição da cana-de-açúcar <i>in natura</i> e das silagens experimentais (% MS)	59

	Página
24 Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e carboidratos solúveis (CS) do material original e das silagens de cana-de-açúcar, de acordo com os tratamentos.....	59
25 Variações no valor nutritivo de silagens de cana-de-açúcar encontradas nos artigos avaliados.....	61
26 Variações nos parâmetros fermentativos de silagens de cana-de-açúcar encontradas nos artigos avaliados	61
27 Efeito da porcentagem de concentrado na matéria seca de dietas à base de cana-de-açúcar no desempenho de novilhos confinados	65
28 Peso vivo inicial, média diária de ganho de peso vivo (GDPV) e conversão alimentar (CA) de novilhas alimentadas com dietas contendo quatro variedades de cana de açúcar	66
29 Resposta de animais em confinamento, recebendo dieta básica de cana + ureia, suplementada com diferentes concentrados	67
30 Produção de leite com dietas à base de cana de açúcar	72
31 Produções médias diárias de leite (PL) sem e com correção para 3,5% de gordura (PLC), composição média do leite e concentração de nitrogênio ureico no soro (NUS) de vacas recebendo concentrado à base de farelo de soja (FS) ou diferentes níveis de ureia.....	73
32 Consumo de MS, produção e composição do leite de vacas leiteiras recebendo rações com silagem de milho macio (MM), silagem de milho duro (MD) ou cana-de-açúcar (CA)	75
33 Efeitos das dietas experimentais sobre o consumo de nutrientes, produção de leite sem (PL) e com (PLC) correção para 3,5% de gordura	76
34 Consumo de matéria seca, produção de leite, produção de leite corrigida para 4% de gordura e composição do leite de vacas em lactação alimentadas com rações com cana-de-açúcar.....	77
35 Desempenho de novilhas da raça Holandesa alimentadas com dietas contendo silagens de cana-de-açúcar aditivadas	80

LISTA DE QUADRO

	Página
1 Algumas misturas e formulações de herbicidas mais utilizadas na cultura da cana-de-açúcar	10

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Produção de colmos (t ha ⁻¹) em relação às doses crescentes de N. Experimento realizado na Usina São Luís. TCH: toneladas de colmos por hectare	26
2 Temperatura alcançada acima da temperatura ambiente e quebra de estabilidade (2 °C) dos volumosos ao longo das horas de exposição aeróbia	52
3 Perdas de matéria seca mensuradas durante os cinco primeiros dias de exposição aeróbia dos volumosos	53

RESUMO

DUARTE, Fernando Costa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2009.
Cana-de-açúcar: do plantio à alimentação de bovinos. Orientador: José Maurício de Souza Campos. Coorientador: Odilon Gomes Pereira.

A cana-de-açúcar é uma cultura de alto rendimento por unidade de área. Para sua máxima produção tem-se que observar a escolha de uma boa variedade, o correto preparo do solo, bem como a correção de seus teores de nutrientes, quer seja de forma orgânica ou química. Também é necessário um bom estabelecimento de suas mudas e o controle de plantas daninhas. A cana-de-açúcar se mostrou sensível a adubações, principalmente aquelas feitas com nitrogênio e potássio, respondendo positivamente ao aumento nos teores desses nutrientes no solo. Ela também se mostrou sensível à presença de plantas daninhas, pois estas estão ausências sua produtividade aumenta significativamente. A cultura também se mostra flexível quanto à época de plantio, bem como a de colheita, tendo apenas que respeitar suas peculiaridades. Como alimento para bovinos ela pode ser ofertada de diversas formas: *in natura*, na forma de silagem ou tratadas quimicamente (NaOH ou CaO), para melhorar e conservar suas características. Também pode ser fornecida para os bovinos o seu principal coproduto da indústria sucroalcooleira, o bagaço. Porém, a cana-de-açúcar apresenta baixos teores de proteína bruta, minerais e baixa digestibilidade da fração fibrosa. Estas características limitaram seu uso ao longo do tempo para animais de baixo desempenho, o que ocorreu provavelmente pelo seu baixo consumo voluntário. Em pesquisas mais recentes esta

realidade tem mudado, pois, além da melhoria na sua qualidade a cana-de-açúcar e o seu manejo de oferta ao animal têm sido alterados. Em bovinos de corte a cana-de-açúcar tem mostrado bons resultados no desempenho em confinamento, principalmente em dietas usando-se altos teores de concentrado. Em bovinos de leite a cana-de-açúcar tem atendido a exigência de animais até de 30 kg/dia de produção de leite, devendo ser ressaltado que sua maior utilização está em animais com produção diária em torno de 20 kg, pois nestes animais têm apresentado resultados vantajosos em relação à silagem de milho. Também vários níveis de inclusão de ureia nas dietas vêm sendo testados, tanto em vacas em lactação, quanto em animais em crescimento, ambos com resultados favoráveis.

ABSTRACT

DUARTE, Fernando Costa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2009.
Sugarcane: from crop to cattle feed. Adviser: José Maurício de Souza Campos.
Co-adviser: Odilon Gomes Pereira.

Sugarcane is a high-yielding culture per area unit. For its maximum production, choice of a good variety, correct soil preparation, and nutrient content correction, either through organic or chemical methods must be observed. Good seedling establishment and weed control are also necessary. Sugarcane was shown to be sensitive to fertilizations, especially those with nitrogen potassium, responding positively to increase in the contents of these nutrients in soil. It also showed to be sensitive to the presence of weeds, since in their absence, its productivity increases significantly. The culture was also flexible towards planting and harvest times. As cattle feed, it can be offered in several ways: *in natura*, silage or chemically-treated (NaOH or CaO) to improve and preserve its characteristics. Its main sugar alcohol co-product, bagasse, can also be fed to cattle. However sugarcane presents low contents of raw protein and minerals as well as low digestibility of the fibrous fraction. These characteristics limit its use along time for low performance animals, probably as a consequence of their low voluntary consumption. More recent research shows that this reality has changed as, besides its quality improvement, sugarcane and its feeding management have been altered. In beef cattle, sugarcane has shown good results under feedlot performance, mainly in diets using high concentrate contents. In dairy cattle, sugarcane has met the

requirement of animals with up to 30 kg/day of milk production. It must be emphasized that its greater utilization is by animals with a daily production around 20 kg, presenting advantageous results over corn silage. Several levels of urea inclusion in the diet have been tested in lactating cows and growing animals, both yielding favorable results.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com produção estimada entre 558,1 e 579,8 milhões de toneladas para o ano de 2008. Este volume representa para o setor sucroalcooleiro um aumento de 11,3 a 15,6% do obtido na safra passada, sendo que do total produzido 42,78% destinam-se à fabricação de açúcar e 57,22% à produção de álcool (CONAB, 2009).

Na atualidade, têm-se procurado aumentar a produtividade e a lucratividade da cultura da cana-de-açúcar associando-se técnicas agrícolas e gerenciais (NEVES *et al.*, 2006). As principais técnicas agrícolas adotadas por pequenos, médios e grandes produtores rurais são a melhoria das propriedades físico-químicas do solo, com a utilização da calagem, gessagem, adubação química, adubação verde e o uso de composto orgânico (ORLANDO FILHO *et al.*, 1994).

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) vem sendo muito utilizada para alimentação de animais ruminantes e, dentre os principais fatores que contribuem para o seu uso, podem ser citados: tradição no cultivo; boa aceitação pelos animais; relativa simplicidade no estabelecimento e manejo da cultura e manutenção do valor nutritivo durante o período de até seis meses após a maturação; disponibilidade de alta tecnologia de produção, oriundo do trabalho realizado pela indústria do açúcar e do álcool; grande produção de forragem por área e baixo custo por unidade de matéria seca produzida; apresenta maior flexibilidade quanto às épocas de plantio e de corte, em comparação com as culturas anuais, o que facilita o gerenciamento da atividade; pode ser uma das fontes de energia de menor custo para rebanhos de baixa à alta produtividade, tornando-

se um alimento de grande interesse dos produtores (NÚSSIO *et al.*, 2003; OLIVEIRA *et al.*, 2007). Sem dúvida o fator mais atrativo à utilização da cana-de-açúcar é a sua alta produção por unidade de área, o que dilui seus custos por unidade de matéria seca produzida e proporciona elevada taxa de lotação animal. Por outro lado, possui baixos teores de proteína, não podendo ser utilizada como única fonte de alimento (FERNANDES *et al.*, 2003).

De acordo com Nascif (2008), um dos grandes desafios da pecuária seria aumentar a eficiência no uso do capital imobilizado na atividade, e ainda que a maior parte deste capital estaria comprometida com terra.

Este trabalho visou elucidar as melhores técnicas de correção da cana-de-açúcar para utilização na alimentação de bovinos, para que ela supra as suas exigências biológicas. Visou também discutir o plantio e a condução da cana-de-açúcar para obter altas produtividades, possibilitando altas taxas de lotação de animal por área, o que se converterá provavelmente em uma maior taxa de remuneração sobre o capital investido.

2. PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Na produção de cana-de-açúcar serão discutidos os assuntos pertinentes em uma sequência lógica, exceto sobre a fertilidade e a adubação, que serão discutidos à parte.

2.1. Escolha de variedades

Por se tratar uma planta semi-perene, que pode ser mantida em média por cinco anos sem renovação, a correta decisão na escolha do material introduzido torna-se fundamental.

Nesse sentido, algumas características devem ser observadas na escolha da variedade para fins zootécnicos, como: alta produtividade, alto teor de sacarose, baixos teores de fibra, adaptada às condições edafoclimáticas, resistência ao tombamento, resistência a pragas e doenças, época de maturação, despalha fácil e digestibilidade da fração fibrosa.

Exceto a última característica citada, que é de interesse exclusivo para produção de ruminantes, todas as outras são comuns à indústria. A alta produtividade da cana-de-açúcar é a principal justificativa para sua escolha como forrageira, pois eleva a capacidade-suporte de animais na propriedade e também confere a este alimento um baixo custo de produção em relação a outras forrageiras, como as silagens de milho e sorgo, quando se utilizam variedades de alta produção.

A variação da produção de cana-de-açúcar é muito grande. Em estudo realizado por Andrade *et al.* (2003), avaliando 39 variedades, observaram valores de 20,98 a

53,86 t de MS/ha, fato pelo qual se torna tão relevante observar este quesito na escolha do material plantado. Outra característica importante a ser considerada é a ausência do processo que promove a redução da concentração de sacarose e aumento de fibra que coincide com o florescimento (“chochamento” ou “isoporização”).

Para dispor de canaviais maduros por todo o período da “seca” aconselha-se que o canavial seja estabelecido com três variedades e com diferentes épocas de maturação. Uma variedade de maturação precoce, outra de maturação média e uma variedade que apresentará maturação tardia para ser utilizada nos meses de setembro e outubro. Assim, todo o período de suplementação será coberto por forragem de alto valor nutritivo, ou seja, com uma boa concentração de sacarose nos colmos. Quando a implantação de três variedades for impossível devido à indisponibilidade de obtenção mudas, deve-se plantar pelo menos duas. Nesta situação recomenda-se a implantação de uma variedade de maturação precoce e outra de maturação tardia.

Recomenda-se então, para alimentação animal, as mesmas variedades utilizadas na indústria sucroalcooleira. Além disso, essas variedades caracterizam-se pela alta produção de massa por unidade de área, bom perfilhamento após os cortes e principalmente, por apresentarem alta concentração de açúcar (sacarose) na matéria seca.

Na Tabela 1 podem ser observadas as características determinantes na escolha de algumas variedades a serem implantadas.

2.2. Época de plantio

O plantio de cana-de-açúcar pode ocorrer em épocas distintas: de março a abril, quando se estabelece a cana de ano e meio e que será colhida com 13 a 18 meses de desenvolvimento; o plantio de ano, que é executado nos meses de setembro e outubro e ainda; e o plantio de inverno, que é utilizado em menor intensidade. Para escolha das variedades a serem adotadas e da melhor época de implantação a interação solo x clima x variedade deve ser bem conhecida.

A época de plantio ou o estabelecimento dos canaviais e o período de desenvolvimento (cronologia) resultam em distintas designações, limitações e potenciais para a cultura da cana-de-açúcar.

A cultura da cana-de-açúcar pode ser estabelecida quando existe umidade (água disponível) no solo, advinda das chuvas ou das irrigações, e que as temperaturas médias mensais do solo não sejam baixas (menores que 20°C) (VITTI; MAZZA, 2002).

Tabela 1 – Características agroindustriais, morfológicas e de tolerância a doenças e pragas das principais cultivares de cana-de-açúcar

Característica	Cultivares								
	RB835054	RB835486	SP80-1842	SP80-1816	RB928064	SP79-1011	RB855536	RB867515	RB72454
Produtividade ¹	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Média	Alta	Alta	Alta
Maturação ²	Precoce	Precoce	Precoce	Média	Média	Média	Média	Média	Média
Teor de sacarose ¹	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Colheita ³	Abr.-Nov.	Abr.-Jul.	Maió-Nov.	Jun.-Set	Jun.-Out.	Jun.-Set	Jun.-Set	Jun.-Ago.	Ago.-Nov.
Exigência – solos ⁴	Baixa	Média	Média	Média	Média	Baixa	Média	Baixa	Baixa
Brotação de soca ⁵	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Média
Perfilhamento ⁵	Médio	Médio	Bom	Bom	Bom	Médio	Bom	Médio	Médio
Fech. Entrelinhas ⁵	Médio	Médio	Bom	Bom	Bom	Regular	Bom	Bom	Médio
Tombamento ⁵	Raro	Freq.	Freq.	Raro	Raro	Raro	Raro	Pouco	Raro
Despalha ⁶	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Média	Natural	Fácil	Fácil	Difícil
Joça ¹	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não
Florescimento ¹	Ausente	Médio	Médio	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Médio	Médio
Chochamento ¹	Ausente	Médio	Médio	Médio	Ausente	Ausente	Ausente	Médio	Médio
Sens. herbicidas	Baixa	Baixa	Média	Média	Baixa	Baixa	Média	Baixa	Média
Carvão ⁸	Tol.	Int.	Tol.	Int.	Tol.	Int.	Tol.	Tol.	Int.
Ferrugem ⁸	Tol.	Int.	Tol.	Tol.	Tol.	Sus.	Tol.	Tol.	Tol.
Estrias vermelhas ⁸	Tol.	Int.	Tol.	Tol.	Tol.	Tol.	Int.	Sus.	Int.
Escaldadura ⁸	Tol.	Tol.	Int.	Int.	Tol.	Tol.	Tol.	Int.	Int.
Broca/podridões ⁸	Sus.	Int.	Int.	Int.	Tol.	Int.	Int.	Tol.	Int.

Fonte : Barbosa *et al.* (2004).

Notas: ¹ Características agroindustriais: alto ou bom, médio e baixo ou ausente; ² Maturação: precoce, média e tardia; ³ Colheita: meses onde se recomenda a colheita;

⁴ Exigência em fertilidade de solos: alta, média e baixa; ⁵ Brotação de soca sob condições de pisoteio, perfilhamento, fechamento de entrelinhas (se refere à velocidade de crescimento e ao sombreamento do solo minimizando a mato-competição): bom, médio, regular; ⁵ Tombamento dos colmos está relacionado ao hábito de crescimento da planta o qual varia de ereto a decumbente. Mesmas cultivares de colmos eretos podem vir a tombar em condições de elevada produtividade: frequente (freq.), pouco, raro;

⁶ Despalha das folhas (aderência da bainha da folha ao colmo): natural, fácil, média e difícil; ⁷ Sensibilidade a determinados herbicidas; e ⁸ Doenças e complexo broca/podridões: tolerante (Tol.), intermediária (Int.) e suscetível (Sus.).

A seguir segue os cronogramas conforme a época de plantio.

Cronograma 1 – Épocas de plantio e terminologia adotada

Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set	Out.	Nov.	Dez.

Fonte: Vitti e Mazza (2002).

Cronograma 1 – Épocas de colheita x épocas de plantio x variedades (precocidade)

Plantio	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set	Out.	Nov.	Dez.
Cana ano e meio												
Cana de inverno												
Cana de ano												

Fonte: Vitti e Mazza (2002).

O plantio de cana-de-açúcar de ano e meio (março a abril) é recomendado para solos de baixa à alta fertilidade, já que a cana tem mais tempo para se desenvolver e, dessa forma, não é necessário imprimir à mesma uma intensa taxa de crescimento.

Normalmente, a produtividade no primeiro corte de canaviais plantados nessa época são mais produtivos do que os “de ano”. Diante disto, deve-se atentar à escolha do espaçamento entre os sulcos de plantio da cana de ano e meio, se o espaçamento recomendado for próximo de 1,5 m, ao um risco de acamamento, que, por sua vez, dificultará a colheita; portanto deve-se optar por espaçamentos menores. O plantio de cana de ano e meio permite o estabelecimento de variedades precoces, médias e tardias.

De acordo com os cronogramas 1 e 2, a cana de ano e meio, estabelecida no período de fevereiro a maio, será colhida com o maior período de crescimento, pois, considerando-se o início da safra a partir de abril do ano seguinte, o tempo de crescimento deverá variar entre 13 e 20 meses, o que justifica a designação “ano e meio”, ou seja, com a adoção dessa época de plantio, ela só poderá ser colhida na seca do ano seguinte.

Quanto à cana de inverno, estabelecida aproximadamente no período de final de maio a agosto/setembro (cronograma 1 e 2), é assim designada por desenvolver-se em período de ocorrência de menores temperaturas, podendo ser adotada com segurança quando houver disponibilidade de irrigação, sendo esta a questão mais relevante e decisiva para a tomada de decisão de se plantar nessa época e com relação às

variedades, poderão ser adotadas as precoces, médias e tardias. Devem ser ressaltados dois aspectos extremamente positivos na adoção do plantio de inverno: a grande viabilidade financeira e o elevado controle de erosão.

Como a cana de ano e meio, a cana de inverno possui elevado potencial de controle da erosão. Quando iniciarem as chuvas erosivas (outubro a novembro), as canas estarão germinadas e perfilhadas e terão fechado as entrelinhas, protegendo os solos da erosão. Além disso, aproveitarão todo o verão quente e chuvoso para se desenvolverem (VITTI; MAZZA, 2002). Em função do elevado tempo de crescimento, em média 15 a 18 meses, ajustam-se solos de fertilidade baixa, média ou alta, semelhantes à cana de ano e meio.

Bons resultados têm sido relatados com a utilização da irrigação da cana-de-açúcar. Oliveira *et al*, (2002d) obtiveram no município de Paracatu, MG, com 100 mm de água complementar, até início das primeiras chuvas, produtividades de matéria natural acima de 200 t/ha de cana de primeira corte.

A cana de ano, estabelecida a partir de setembro (cronograma 1), logo no início do período chuvoso, da região centro-sul, caracteriza-se por apresentar uma série de limitações, principalmente quanto à erosão do solo. Neste sentido, os solos a serem adotados deverão caracterizar-se por baixo potencial de erodibilidade e relevo suavemente ondulado a plano. Devem ser adotadas variedades de precocidade média a tardia, ou precoces de rápido crescimento, porém para colheita no mesmo ano, em meados ou final da seca (VITTI; MAZZA, 2002). Para o plantio nessa época, os solos têm de apresentar elevada fertilidade, já que o período de formação do canavial é curto, exigindo elevados teores de nutrientes no solo para que sejam alcançadas produtividades apenas razoáveis, raramente superiores a 90-100 t/ha (VITTI; MAZZA, 2002). Geralmente, a produtividade obtida no segundo corte é mais elevada quando comparada à produção no primeiro corte. No entanto, esta época permite o uso de espaçamentos maiores, uma vez que o baixo desenvolvimento da cultura não causará acamamento.

2.3. Preparo do solo

De acordo com Vitti e Mazza (2002), o preparo do solo é o conjunto de ações a serem adotadas objetivando-se a eliminação ou pelo menos a minimização de condições adversas à obtenção das máximas produtividades econômicas. Assim, poderiam ser

considerados como fatores limitantes: as restrições físicas (compactação), químicas (baixos teores de nutrientes e excesso de alumínio) e biológicas (pragas de solo). Ainda há os fatores externos do solo como a infestação de ervas daninhas (perenes ou anuais), a própria soqueira a ser reformada ou outra cultura anterior. Cada um desses parâmetros deve ser avaliado para eleger o sistema de plantio mais adequado à área.

No preparo convencional, os tipos de operações, a época a ser realizada e sua sequência também são de fundamental importância. O objetivo do preparo é a redução dos níveis de ervas daninhas perenes, que é conseguida nas primeiras fases do preparo do solo (período seco) por meio de gradagens, ou ainda pelo uso de herbicidas de ação sistêmica (em períodos mais úmidos), observando-se também um maior controle de cupins.

Após a aração, que é usualmente recomendada na profundidade de 35 a 40 cm, procede-se o mínimo de gradagens, já que estas podem provocar novamente a compactação na área.

Por outro lado, uma área sem limitações físicas, químicas ou biológicas poderá atingir boa produtividade de forma muito mais econômica, gerando, portanto, maiores lucros, com a adoção do plantio direto ou do cultivo mínimo. Em áreas de expansão, sem necessidade de sistematização do terreno, constituídas de solos eutróficos, sem problemas de pragas e, ou, compactação, o plantio direto ou o cultivo mínimo, pode encontrar elevado potencial para adoção e em função do elevado potencial conservacionista, torna-se possível o plantio da cana-de-açúcar em épocas de maior precipitação e, ou, em solos de maior erodibilidade (VITTI; MAZZA, 2002).

2.4. Sulcagem

Os sulcos deverão ser abertos com os solos úmidos e em nível e, sempre que possível, por ocasião do plantio. Esta medida evita perdas de umidade do solo e diminui os riscos de queda na germinação. Deve-se evitar que o período entre a sulcagem e a cobertura das mudas não exceda oito horas, mesmo que seja durante o período noturno, ou seja, não é recomendado sulcar no final da tarde para realizar o plantio no dia seguinte. Portanto, recomenda-se que as mudas já estejam no local de plantio antes da sulcagem. Os sulcos devem ser feitos com cerca de 30 cm de profundidade e a adubação pode ser feita durante a sulcagem, utilizando o mesmo implemento, ou, manualmente, imediatamente após a abertura dos sulcos.

Ainda segundo Vitti e Mazza (2002), o espaçamento entre sulcos é um aspecto relevante no momento do estabelecimento do canavial. Geralmente, os espaçamentos mais utilizados para o plantio de cana-de-açúcar encontram-se dentro da faixa de 1,2 a 1,4 m; entretanto, espaçamentos mais reduzidos (0,9 a 1,1 m) podem ser utilizados. A escolha do espaçamento mais adequado depende de dois fatores importantes: o primeiro é a bitola das máquinas utilizadas nas operações de plantio e colheita e o segundo é o diâmetro dos colmos. Esses cuidados são importantes para melhorar a longevidade do canavial, já que, se o espaçamento for incompatível com as bitolas dos tratores, das carretas ou dos caminhões ocorrerão danos físicos nas gemas das mudas ou nos perfilhos das soqueiras. Quanto ao segundo fator, em canaviais estabelecidos com espaçamentos de sulcos reduzidos, os colmos são finos e a quantidade de forragem a ser colhida por metro linear será menor é mais adequada aos equipamentos de corte menos robustos. Por outro lado, a redução do espaçamento de plantio acarretará em um aumento da quantidade de mudas utilizadas para o estabelecimento do canavial, elevando o custo de implantação.

2.5. Distribuição de mudas

A quantidade de mudas deve ser suficiente para atender a recomendação de 14 a 16 gemas por metro linear de sulcos. A distribuição das mudas deverá ocorrer de tal forma a coincidir o pé de uma muda com a ponta de outra ou cruzando o pé com ponta (BARBOSA *et al.*, 2004). As mudas, após serem distribuídas, serão cortadas com o auxílio de um facão, de forma que cada tolete de cana tenha no máximo duas a três gemas, evitando, dessa forma, a dominância do meristema apical no momento da germinação. Terminado o seccionamento, cobrir com cinco centímetros de solo.

2.6. Controle de plantas daninhas

As principais maneiras para controlar plantas daninhas na cultura de cana-de-açúcar são: o controle cultural, quer seja na utilização de cultivares de crescimento mais rápido, ou na diminuição do espaçamento, permitindo um sombreamento precoce das entrelinhas de cultivo, dificultando a germinação das plantas daninhas; as capinas, com o uso de cultivadores ou manual e, por último, o químico, com o uso de herbicidas.

Apesar desses vários métodos descritos para o controle das plantas daninhas na cultura de cana-de-açúcar, observa-se que, na prática, o controle químico, com a utilização dos herbicidas, é o que mais predomina, quer seja por sua melhor operacionalidade, assim como, pela melhor eficiência de controle e menor custo. Futino e Silveira (1991) determinaram em 8% a participação dos herbicidas, no custo operacional dessa cultura. Nesse tipo de controle, a escolha dos princípios ativos estará vinculada ao tipo e ao estágio de desenvolvimento da planta daninha presente na área. O uso de herbicidas apresenta-se como um dos fatores mais relevantes na implantação do canavial (VITTI; MAZZA, 2002). Nesse sentido, erros acarretarão em grandes prejuízos, pois há o desperdício de capital e o risco de reduzir a produtividade do canavial, já que é uma cultura sensível à infestação de plantas daninhas. Victoria Filho (1993) recomenda que as aplicações mais adequadas em cana-de-açúcar sejam realizadas em pré-emergência. No Quadro 1 existem algumas recomendações de uso de herbicidas para a cultura da cana em pré e pós-emergência.

Quadro 1 – Algumas misturas e formulações de herbicidas mais utilizadas na cultura da cana-de-açúcar

Tipo de Aplicação em Relação à População de Ervas Daninhas	
Pré-Emergência	Pós-Emergência
Ametrina	*Ametrina
Ametrina + Diuron	*Ametrina + 2,4 D
Diuron + 2,4 D	*Hexazinona + Diuron
Tebutiuron	**Diuron + MSMA
Tebutiuron + 2,4 D	**Paraquat + Diuron
Tebutiuron + Diuron	**Ametrina + MSMA
Hexazinona + Diuron	**Ametrina + Dalapon + 2,4 D
	**Glifosato

Fonte: Mazza (1993).

Notas: * Aplicação em pós-emergência inicial; ** Aplicação em pós-emergência tardia com aplicação dirigida.

De acordo com Blanco *et al.* (1979) e Blanco *et al.* (1981), podem ocorrer perdas de até 85% no peso dos colmos; além disso, determinaram o período crítico de interferência das plantas daninhas para a cana de ano, abrangendo o 15º dia a dois meses, a contar da emergência da cana-de-açúcar. Quando o plantio foi para cana de ano e meio, as perdas máximas foram semelhantes com a presença de plantas daninhas; porém o período crítico de competição foi diferenciado, abrangendo desde o 30º dia aos

dois meses da emergência da cultura, ficando estabelecido que nesses períodos a cana-de-açúcar de ser mantida sem a presença de plantas invasoras para não comprometer sua produção.

Na capina manual, outro método muito utilizado, principalmente em pequenas propriedades, dependendo do grau de infestação por ervas daninhas, gastam-se em média cerca de 20 a 35 serviços por hectare e cerca de duas ou três capinas até o fechamento do canavial (VITTI; MAZZA, 2002).

Já com uso de cultivador para controle de ervas daninhas tem-se que observar a escolha do espaçamento entre sulcos de plantio, sendo assim, usando o trator para puxar o cultivador sugere-se o espaçamento entre 1,3 ou 1,4 m; e de 1,1 a 1,2 m, no caso de tração animal e, mesmo assim será necessário realizar uma catação manual de ervas daninhas nas linhas de cana (VITTI; MAZZA, 2002).

Outro método de controle da planta daninha é a manutenção da palhada, Velini e Negrisoli (2000) relatam que a amplitude térmica influencia de forma significativa à germinação das plantas daninhas. Esses autores estudaram o efeito quantitativo da palhada sobre a germinação de diversas espécies de plantas daninhas, concluindo que, na maioria das espécies estudadas, observou-se que quanto maior a quantidade de palha há supressão na germinação; para outras culturas, como o amendoim-bravo a palhada não influenciou na germinação da espécie. Quando o corte da cana é manual, existe a possibilidade de separar as folhas secas do restante da planta e, dessa forma, eleva-se o valor nutritivo da cana, além do benefício de deixar a palhada na lavoura.

Na combinação das medidas de controle, diversos fatores devem ser considerados, de tal forma a maximizar o controle das plantas daninhas minimizando o efeito dos herbicidas no ambiente. Estes fatores são: preparo do solo; se é reforma, plantio ou soqueira; período residual do herbicida; qual o grupo de plantas daninhas predominantes e a sua abundância; tipo de solo e teor de matéria orgânica; uso de adjuvantes, quando indicado; solubilidade do produto; nas aplicações em pré-emergência, sempre verificar a seletividade em relação a cultivar utilizada, e se for o caso, para as culturas em sucessão; persistência no ambiente; rotação de herbicidas; na aplicação sempre utilizar equipamento de proteção individual (EPI) e equipamento com bicos em bom estado e corretos para a aplicação de herbicidas.

2.7. Tratos culturais em soqueira

Com as sucessivas colheitas do canavial há queda na produtividade. Os tratos culturais adequados são essenciais para que esta redução ocorra de forma lenta e, dessa forma, a longevidade do canavial não seja prejudicada. Quando o canavial é bem estabelecido e o manejo adequado, é possível realizar de cinco a sete cortes produtivos (VITTI; MAZZA, 2002). Ao conjunto de medidas adotadas para que isso seja possível dá-se o nome de tratos culturais.

Quando a colheita do canavial é feita mecanicamente, a altura do corte realizado pela colhedora de forragem não é feita rente ao solo e, dessa forma sobra uma parte de colmo na base da touceira, que deve ser eliminada. Esta operação é feita manualmente com auxílio de um facão para corte de cana. O corte de uniformização deve ser realizado no nível do solo para garantir que a rebrota do canavial seja proveniente de gemas basais e não das localizadas no colmo (gemas laterais). Esse cuidado é importante porque as plantas provenientes das gemas basais são bem mais produtivas e persistentes do que as plantas provenientes das gemas laterais.

Após a ocorrência das primeiras chuvas, ou seja, quando o solo estiver úmido, o canavial deverá ser adubado e as plantas daninhas controladas, se necessário. Essas práticas culturais quando são feitas mecanicamente e ao mesmo tempo é denominada de tríplex operação. Nessa operação, o adubo é incorporado no sulco deixado pela ação de uma haste subsoladora e o controle das plantas daninhas por meio de pequenos conjuntos de grades. Esse cultivo tem como objetivo descompactar o solo (subsolador), repor e incorporar no solo os nutrientes necessários para o próximo corte (adubação), além de eliminar algumas ervas daninhas (cultivo) provenientes de sementes ou aquelas que o herbicida a ser aplicado não controlar. A subsolagem pode ser necessária para eliminar a compactação superficial do solo (0 a 20 cm), causada pelo trânsito de veículos (tratores e carretas) (VITTI; MAZZA, 2002)

2.8. Fertilidade do solo

Considerando-se a adubação e a nutrição da cana-de-açúcar, pode-se dizer que sua eficiência no incremento da produtividade será tanto maior quanto melhor for o ajuste dos fatores de produtividade. Assim, observando-se os dados contidos na Tabela 2 (DIAS *et al.*, 1999), verifica-se que houve um desenvolvimento bastante

Tabela 2 – Parâmetros climáticos e edáficos da região oeste paulista. Cana-planta, safra 1996/1997

Parâmetro	Município/Solo					
	Araçatuba ⁵	Valparaíso ¹	Clementina ⁴	Estrela d'Oeste ³	Valparaíso ²	Araçatuba ⁶
Precipitação (mm)	1.274	1.698	1.428	1.279	1.746	1.268
Déficit hídrico (mm)	751	233	400	428	172	648
M.O. % (horizonte A)*	2	1,6	1,5	1,3	1,6	1,5
M.O. % (horizonte B)	0,9	1	1	0,7	1,1	0,8
SB mmol _c / dm ³ (horizonte A)	66	26	22	16	18	29
SB mmol _c / dm ³ (horizonte B)	29	25	26	12	8	4
V% (horizonte A)	80	54	50	36	39	71
V% (horizonte B)	60	54	64	36	21	17
P mg/dm ³ (horizonte A)	9	7	4	7	4	7
P mg/dm ³ (horizonte B)	6	3	2	3	2	4
K mmol _c /dm ³ (horizonte A)	1,6	2,4	2	0,8	2,1	0,4
k mmol _c /dm ³ (horizonte B)	0,6	2,5	1,7	0,4	1	0,3
Argila % (horizonte A)	8	7	10	13	8	12
Argila % (horizonte B)	18	16	15	15	13	13
Produtividade média (t/ha)	171	144	111	108	96	85

Fonte: Dias *et al.* (1999).

Notas: * (A) Horizonte A = 0-25 cm; e (B) Horizonte B = 25-150 cm.

¹ Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico textura arenosa/média; ² Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico distrófico textura arenosa/média; ³ Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico textura média; ⁴ Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico textura arenosa/média; ⁵ Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico textura arenosa/média; e ⁶ Areias Quartzosas álicas.

distinto quando se considera o ano agrícola (precipitação e déficit hídrico), o solo e as variedades.

Neste estudo compararam-se diversas características e sua influencia na produtividade. Nas produtividades obtidas no município de Araçatuba, SP, locais 5 e 6, verificou-se que para precipitações e déficits hídricos muito semelhantes, porém com solos bastante distintos, obteve-se 171 t/ha no Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico (textura arenosa/média), de perfil (0 a 150 cm), com características muito favoráveis, e 85 t/ha para o Areias Quartzosas Álicas, de baixo potencial em subsuperfície (25 a 150 cm). Com relação ao município de Valparaíso, SP, locais 1 e 2, ocorreu precipitação ao redor de 1.700 mm, conduzindo a um pequeno déficit hídrico (estimado pelo balanço hídrico) ao redor de 200 mm, porém, mais uma vez, o perfil de solo sem limitação química até 150 cm gerou uma diferença média para as seis variedades em torno de 50 t/ha (144 t/ha x 96 t/ha). Comparando-se os locais 4 e 3, municípios de Clementina, SP e Estrela d'Oeste, SP, ambos com déficits estimados ao redor de 400 mm, nota-se que, apesar do eutrofismo do solo no município de Clementina e do distrofismo do solo de Estrela d'Oeste, a média de produtividade foi semelhante (111 t/ha e 108 t/ha). Apesar da significativa diferença entre os solos, além da ocorrência de déficit hídrico nos meses de janeiro a abril no município de Clementina, período de extremo desenvolvimento de matéria seca, os autores citam que, provavelmente outros aspectos igualmente importantes, como o controle de ervas daninhas, o preparo do solo e a qualidade de plantio poderiam estar explicando a semelhança das produtividades obtidas.

Em relação ao local 5, nota-se que, apesar da estimativa de déficit hídrico ao redor de 750 mm, houve alta produtividade. O que deve explicar a obtenção das produtividades deste local (171 t/ha) é que através de um abundante desenvolvimento do sistema radicular, diferenciado em função das variedades, ocorreu grande aproveitamento da água (precipitação de 1.274 mm) e dos nutrientes em todo o perfil do solo. Assim, embora a estimativa indicasse grande déficit hídrico, em função das características do regime hídrico do solo, este déficit de fato não ocorreu.

Para a boa produtividade do canavial, recomenda-se o cultivo sob suprimento adequado de nutrientes, devido à grande remoção desses elementos na colheita. No entanto, a maioria dos solos brasileiros apresenta alguma limitação séria de fertilidade (RAIJ, 1991). Deve-se conhecer, portanto, a capacidade de fornecimento de nutrientes pelo solo, para, se necessário, complementá-la com adubações e, se constatada a

presença de elementos em níveis tóxicos reduzir sua concentração, tanto pela calagem, quanto pela gessagem (VITTI; MAZZA, 2002). Normalmente, avalia-se a disponibilidade de nutrientes e a presença de elementos em níveis tóxicos no solo pela análise química da camada arável, sendo também de grande valia o histórico da área, sobretudo as adubações realizadas e se houve ou não ocorrência de sintomas de deficiência ou de toxidez nos cultivos anteriores (OLIVEIRA *et al.*, 2007). Para isto, coletam-se amostras de solo das camadas de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm de profundidade. Os resultados da análise da camada de 0 a 20 cm serão utilizados para calcular a adubação e a calagem e os da camada de 20 a 40 cm, para os cálculos da necessidade de gessagem. Em relação aos resultados da análise química do solo, as bases são analisadas quanto ao teor trocável e, mesmo havendo grande variação dos extratores químicos utilizados por diferentes laboratórios, a precisão e a exatidão dessas são muito grandes.

2.8.1. Calagem

Um bom desenvolvimento do sistema radicular da planta irá se refletir inicialmente em maior resistência à seca, maior absorção de nutrientes e, conseqüentemente maior produtividade. Assim, a redução de fatores que influenciam negativamente no desenvolvimento do sistema radicular, dentre eles, os altos teores de alumínio no solo, é de fundamental importância para o sucesso de um sistema agrícola, principalmente em países tropicais. Koffler (1986), citado por Vitti e Mazza (2002), comparou a profundidade do sistema radicular de diversas culturas no Brasil e em outros países e verificou que, enquanto no Brasil o sistema radicular do milho, do feijão e da cana apresentam profundidades médias de 20, 20 e 60 cm, respectivamente, em outros países as profundidades atingidas para as mesmas culturas são três a oito vezes maiores. As maiores profundidades exploradas pelos sistemas radiculares dessas culturas, principalmente em regiões com frequentes deficiências minerais, são responsáveis por maiores produtividades alcançadas. Portanto, deve constituir objetivo, no manejo das culturas, o maior aprofundamento do sistema radicular, com o intuito de promover maior resistência à seca, e no caso da cana, maior longevidade da cultura (MAZZA *et al.*, 1994).

A calagem desempenha papel fundamental no desenvolvimento das culturas, desencadeando diversas reações no solo de caráter benéfico às plantas, como: o fornecimento cálcio e magnésio e o aumento na disponibilidade de nutrientes,

principalmente de H_2PO_4 , insolubilização dos elementos tóxicos, principalmente o alumínio trocável, aumento da mineralização da palhada da cana, aumento da fixação biológica do N atmosférico e melhora da agregação do solo (VITTI; MAZZA, 2002).

A fixação do fósforo é um grande fator de perda desse elemento, que pode ocorrer de duas formas no solo: precipitação em solução e adsorção específica. Na primeira, o fósforo, que se encontra na solução do solo, sofre precipitação com Al, Fe e Mn, que se encontram livres no solo devido ao baixo pH. Quando corrigido o pH, esses elementos se precipitam e o fósforo não sofre precipitação e fica na forma disponível. O fósforo sofre adsorção específica na superfície dos óxidos de ferro e alumínio, principalmente em solos mais intemperizados e em condições de maior acidez (VITTI; MAZZA, 2002).

Na rizosfera da cana-de-açúcar existem bactérias de vida livre, principalmente do gênero *Beijerinckia*, as quais promovem a fixação assimbiótica ou livre do nitrogênio, sendo que essa fixação tem maior atividade em ambientes com pH por volta de 5,5 a 6,0, promovendo altas quantidades de nitrogênio disponíveis para a cana-planta, sendo que a potencialização dessa fixação pode ser realizada com o aumento do pH. Esta é uma das razões pela qual, no plantio da cana, se empregam baixas doses de nitrogênio (VITTI; MAZZA, 2002).

O aumento do pH do solo pela calagem pode também elevar a capacidade de adsorção de potássio, diminuindo perdas por lixiviação. Por outro lado, doses excessivas de calcário podem provocar desequilíbrios com a adubação potássica. Cordeiro *et al.* (1987) verificaram que a calagem causou redução de 19% na disponibilidade de K para a cana em Latossolo Roxo e 10% em Latossolo Vermelho-Amarelo. Silveira *et al.* (1980) utilizaram quatro doses de K e dois tipos de calcário em Latossolo Vermelho-Escuro e observaram que o potássio apresentou resposta em doses menores na presença de calcário calcítico e em doses maiores na de dolomítico, atribuindo a necessidade de manter uma adequada relação $K/(Ca + Mg)$. Orlando Filho *et al.* (1996b) estudaram as relações entre Ca, Mg e K e a produtividade da cana. As relações relacionadas com alta produtividade da cana indicaram $Ca/K < 6$.

Vários materiais podem ser usados como corretivos da acidez de solos, sendo os mais empregados os calcários calcíticos, magnesianos e dolomíticos e os silicatos de cálcio e magnésio, designados escórias de siderurgias (OLIVEIRA *et al.*, 2007). Nessas escórias, o teor de óxido de magnésio (MgO) varia com o material, com um valor médio oscilando ao redor de 8%, enquanto os calcários calcíticos possuem teores de MgO

inferiores a 5%, os magnesianos entre 5% e 12% e os dolomíticos acima de 12%. A eficiência desses produtos na correção da acidez do solo depende, dentre outros fatores, da sua granulometria, da distribuição uniforme no campo e da disponibilidade hídrica do solo.

Azeredo *et al.* (1996), estudando a aplicação de calcário e gesso e mistura de ambos em 13 experimentos com cana-de-açúcar, não observaram qualquer resposta da utilização desses insumos na produtividade da cana. Em um dos trabalhos (AZEREDO *et al.*, 1981) permitiu concluir que não há resposta à calagem se o solo apresentar mais de 8 mmol_c/dm³ de Ca.

Como a maioria dos solos plantados com a cana-de-açúcar são solos velhos e intemperizados, caracterizados pelo baixo fornecimento de bases e pH ácido, e ainda tem lançado variedades mais produtivas e exigentes, justifica-se o uso da calagem como correção do solo. Neste tipo de ambiente os benefícios da calagem na produtividade da cana foram relatados por Orlando Filho *et al.* (1993) e Oliveira *et al.* (2004). Penatti e Forti (1993) encontraram em vários experimentos com a cana-de-açúcar, em Latossolo Vermelho Amarelo Álico no Estado de São Paulo, incrementos na produtividade até de 107 t/ha em quatro cortes, o que fortalece a utilização do calcário neste tipo de solo.

Para recomendação do corretivo existem alguns métodos para estimar a necessidade de calagem (NC), que é definida como a quantidade de calcário com poder relativo de neutralização total (PRNT) 100% a ser aplicada no solo para diminuir sua acidez até um nível desejado. Dois métodos principais têm sido indicados para o cálculo da necessidade de calagem, estimada pelo método da neutralização da acidez trocável e da elevação dos teores de cálcio e magnésio (RIBEIRO *et al.*, 1999) e, ou, pelo método de saturação por bases (RAIJ *et al.*, 1996; Ribeiro *et al.*, 1999).

Para a cana-de-açúcar tem sido recomendado elevar a saturação por bases (V) a 60%. Segundo Raij *et al.* (1996), a quantidade de calcário (QC) a ser usada, de uma forma mais simplificada, quando se emprega o método de saturação por base, é calculada pela seguinte expressão:

Cálculo da quantidade de calcário

$$QC \text{ (t/ha)} = \frac{(60 - V) \times T}{PRNT}$$

em que

V = saturação por bases atual do solo;

T = capacidade de troca catiônica (CTC) a pH 7,0; e

PRNT = poder relativo de neutralizaçãototal do corretivo utilizado.

Oliveira *et al.* (2004) compararam a eficiência dos dois métodos em solos da Zona da Mata mineira e mostraram a necessidade de utilizar o dobro das quantidades de corretivo calculadas pelos dois métodos, neutralização do alumínio trocável e elevação dos teores de cálcio e magnésio ou elevação da saturação por bases a 60%. Resultados semelhantes foram descritos por Morelli *et al.* (1992) em solos cultivados com cana-de-açúcar.

De acordo com Oliveira *et al.* (2007), esta situação também foi descrita por Ernani e Almeida (1986) e Oliveira *et al.* (1997). Desse modo, para áreas com saturação por bases abaixo de 30% ou solos mais argilosos, recomenda-se elevar de 1,5 a 2,0 vezes a quantidade de calcário a ser aplicada, calculada pelo método de saturação por bases.

Segundo Oliveira *et al.* (2007), há uma conceituação generalizada que a melhor relação $\text{Ca}^{+2}:\text{Mg}^{+2}$ no solo seja de 4:1; sendo assim, o tipo de calcário a ser usado deveria ter como base essa relação.

Para áreas de rebrota, a calagem deverá ser realizada quando se constatar saturação por bases inferior a 50% na camada de 0 a 20 cm, a aplicação do corretivo deverá ser em área total, antecedendo aos tratos culturais e calculando a quantidade necessária (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

2.8.2. Gessagem

O gesso agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), subproduto da indústria de fertilizantes, é originário da reação entre o ácido sulfúrico e a rocha fosfatada, realizada para produzir ácido fosfórico. O gesso aplicado no terreno não neutraliza a acidez do solo, mas diminui a saturação de alumínio e aumenta a saturação por bases da subsuperfície, proporcionando condições para maior desenvolvimento e aprofundamento do sistema radicular da cana (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

Oliveira *et al.* (2007) recomendam aplicar gesso quando se verificarem teores de Ca^{2+} menores que $0,4 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ e, ou, saturação por alumínio maior que 20%, na camada de 20 a 40 cm. A aplicação de gesso levará à melhoria do ambiente radicular das camadas abaixo da arável, efeito que perdura por vários anos. Por esse motivo, não

é necessária a reaplicação anual do gesso. Em áreas com palhada de cana ou de resíduos orgânicos sobre o solo e, se os teores de Ca^{2+} não forem muito baixos e, ou, a saturação por alumínio não for muito alta, a resposta ao gesso poderá ser menor que a esperada. A aplicação do gesso agrícola é feita concomitantemente ou logo após a aplicação do calcário, e seus efeitos se manifestam principalmente em Latossolos e Areias Quartzosas.

As doses de gesso a serem aplicadas podem ser baseadas na necessidade de calagem (ALVAREZ *et al.*, 1999) e, segundo Oliveira *et al.* (2007), para a cana-de-açúcar, a quantidade de gesso a ser aplicada tem variado de 25 a 30% da necessidade de calagem da camada subsuperficial, multiplicado por um fator de correção de profundidade (perfil a ser corrigido/20).

Outra forma de se calcular a quantidade de gesso a ser aplicada é sugerida por Vitti e Mazza (2002), quando a saturação por bases (V) for inferior a 30% na camada mais profunda do solo (amostra de 20 a 40 cm), conforme a equação proposta por Demattê (1986) a seguir:

$$SB = \frac{(50 - V) \text{ CTC}}{100}$$

em que

SB = quantidade de bases a ser adicionada ao solo para atingir $V = 50\%$, na camada de 20-40 cm, em $\text{mmol}_c.\text{dm}^{-3}$;

50 = saturação por bases desejada;

V = saturação por bases atual do solo (%); e

CTC = capacidade de troca catiônica a 20-40 cm, em $\text{mmol}_c.\text{dm}^{-3}$.

Demattê (1986), citado por Vitti e Mazza (2002), pesquisou em solo Arenoso Distrófico de Ribeirão Preto, SP, a aplicação de gesso em soqueiras de cana. Neste trabalho verificou-se aumento na produtividade em 10 t/ha (média de três cortes), bem como o valor da saturação por bases (V%) em profundidade (Tabela 3).

Morelli *et al.* (1987) estudaram a aplicação de doses de calcário e gesso no plantio de cana (SP 70-1143), em solos de baixa fertilidade na Usina Barra Grande, Lençóis Paulista, SP, classificado como Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, com teor de argila entre 15 e 20% ($\text{CTC} = 30 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$), obtiveram maiores produções sempre nos tratamentos com 4,0 t/ha de calcário e 2,0 t/ha de gesso. Amostragens de raízes em

Tabela 3 – Elevação da saturação por bases (V) de camadas da subsuperfície de um solo cultivado com cana-de-açúcar, avaliada três anos depois da aplicação de gesso

Dose de Gesso (t/ha)	Camada (cm)	V (%)	Produção de Colmos Industrializáveis (t/ha)			
			2ª corte	3ª corte	4ª corte	Média
Testemunha	0 a 20	60				
	20 a 40	25	97	106	59	87
	40 a 60	15				
0,50	0 a 20	60				
	20 a 40	58	99	114	60	91
	40 a 60	18				
1,0	0 a 20	60				
	20 a 40	48	96	113	65	97
	40 a 60	25				
2,0	0 a 20	64				
	20 a 40	45	105	125	71	101
	40 a 60	23				

Fonte: Demattê (1986), citado por Vitti e Mazza *et al.* (2002).

trincheiras aos 27 meses após a aplicação dos tratamentos indicaram maior desenvolvimento do sistema radicular a maiores profundidades, quando do uso do gesso.

2.8.3. Adubação mineral

A adubação de qualquer cultura pode ser definida pela quantidade de nutrientes extraídos pela planta menos o que o solo pode fornecer, associado a um fator de correção, uma vez que a eficiência da adubação depende do solo em questão e de muitos outros fatores, como fonte de nutriente, clima, variedade e estágio de desenvolvimento da cultura (VITTI; MAZZA *et al.*, 2002).

A quantidade de nutrientes extraída pela cana-de-açúcar é muito grande, principalmente, devido ao grande potencial de produção. Esse problema é agravado, uma vez que os solos brasileiros são naturalmente muito pobres em nutrientes. Na Tabela 4 observa-se a extração de nutrientes para produzir 100 toneladas de colmos.

Tabela 4 – Extração e exportação de nutrientes para a produção de 100 toneladas de colmos (kg)

Partes da Planta	N	P	K	Ca	Mg	S
Colmos	83	11	78	47	33	26
Folhas	60	8	96	40	16	18
Total	143	19	174	87	49	44

Fonte: Orlando Filho (1993) 2, citado por Vitti e Mazza (2002).

Para converter o P para P_2O_5 e K para K_2O , multiplica-se respectivamente por 2,29 e 1,20.

2.8.4. Nitrogênio

O nitrogênio (N) está envolvido diretamente na síntese de aminoácidos essenciais, de clorofila e na produção de carboidratos (ORLANDO FILHO, 1983). Dos nutrientes essenciais, o nitrogênio é um dos mais absorvidos pela cana-de-açúcar, perdendo apenas para o potássio (COLETI *et al.*, 2006). O nitrogênio absorvido aumenta a atividade meristemática da parte aérea, resultando maior perfilhamento e índice de área foliar (IAF) da cana-de-açúcar. Além disso, aumenta a longevidade das folhas. Esse incremento no IAF eleva a eficiência do uso da radiação solar, medida como taxa de fixação de gás carbônico, aumentando, portanto, o acúmulo de matéria seca (MS) (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

A necessidade do N pela cana-de-açúcar é crucial no período da formação da cultura, que vai do período imediatamente após a germinação até o fechamento do canavial, que ocorre, normalmente, entre o terceiro e o quinto mês. É nessa época que ocorre a formação de perfilhos, que influenciará no estande final de plantas e consequentemente na produtividade. A partir do fechamento do canavial as plantas entram em um período de crescimento acelerado, desde que tenham boas condições de temperatura e umidade (DILLEWIJN, 1952). As plantas jovens de cana-de-açúcar armazenam o N para utilização posterior, sendo observada redução nos teores desse nutriente em diversas partes da planta, a partir do quarto mês de idade, indicando a remobilização do nutriente dentro da planta (HUMBERT, 1968).

Tanto o excesso quanto a deficiência de N têm influência na qualidade dos colmos. Sintomas de deficiência de N podem ser caracterizados pela clorose das folhas mais velhas, ocorrendo diminuição da atividade meristemática da parte aérea e acarretando menor perfilhamento e área foliar. Esses fatores diminuem a interceptação da radiação solar e a fixação do CO_2 atmosférico, via fotossíntese, com a consequente perda no acúmulo de fitomassa, ocasionado baixo desenvolvimento na planta

(ORLANDO FILHO; RODELLA, 1996). Na deficiência de N, o teor de umidade da planta decresce e, como consequência, a qualidade do caldo piora, o teor de fibra aumenta, a concentração de sacarose no colmo diminui e ocorre acúmulo de sacarose nas folhas. O acúmulo de N varia com o número de cortes, cultivar, ciclo da cultura e, entre outros fatores, da disponibilidade do nutriente na solução do solo (ROBERTSON *et al.*, 1996). Com excesso de N ocorre aumento no comprimento dos colmos, ocasionando redução da espessura da parede celular e consequente diminuição da porcentagem de fibras das plantas (ORLANDO FILHO, 1983), o que pode levar ao acamamento das plantas dificultando a colheita. Também pode piorar a qualidade do caldo e atrasar a maturação (CARNAÚBA, 1989).

Azeredo *et al.* (1986), em estudo de revisão, mostraram que há muita variabilidade nos resultados de pesquisas acerca da influência do N na qualidade do caldo da cana, tendo-se observado ausência do efeito depressivo e do efeito positivo. Espironello *et al.* (1981) constataram que a quantidade total de açúcar produzida por hectare é maior quando se adiciona nitrogênio.

O nitrogênio no ambiente é um elemento muito móvel e a intensidade com que ocorrem as diferentes formas de perdas e ganhos no agroecossistema pode refletir, em curto, médio e longo prazos, na produção dos canaviais. O entendimento da dinâmica do nitrogênio nesse sistema determina as possibilidades de manejo da cana-de-açúcar em diferentes condições edafoclimáticas, resultando ganhos na produtividade agrícola e na sustentabilidade do agroecossistema (TRIVELIN, 2000).

A ureia, o sulfato de amônio e o nitrato de amônio são os fertilizantes nitrogenados mais utilizados na cultura da cana-de-açúcar. Como características comuns apresentam alta solubilidade em água e são prontamente disponíveis para as plantas. O uso de mistura entre fontes, em determinadas condições, também é empregado para tornar o aproveitamento do nitrogênio pela cultura mais viável (CONTIN, 2007). Sendo que a ureia, a qual corresponde por 60% dos fertilizantes nitrogenados empregados na agricultura brasileira, apresenta limitações quanto à aplicação superficial, devido à possibilidade de perdas por volatilização de NH_3 , a reação inicial pode levar o pH do solo próximo de 9 nas imediações dos grânulos desse fertilizante, intensificando a volatilização de N-NH_3 (CONTIN, 2007). A prática de incorporação de fontes nitrogenadas mais suscetíveis às perdas de amônia possibilita considerável redução na volatilização (CANTARELLA *et al.*, 1999). Camargo (1989) não observou perdas de amônia provenientes da ureia e aquamônia quando aplicadas em sulcos, na

profundidade de 25 cm. Assim, a aplicação da ureia em profundidade é fundamental para reduzir as perdas de N-NH_3 por volatilização.

A camada de palha em soqueira de cana colhida sem despalha a fogo dificulta a aplicação da ureia em profundidade e a difusão do N-NH_3 para o interior do solo, bem como intensifica a atividade da urease (VITTI, 2003). De acordo com Kiehl (1989), a aplicação de fonte amídica sobre os restos culturais da cana-soca, associada à concentração do fertilizante, à baixa precipitação e à temperatura elevada, contribuem para elevadas perdas de N-NH_3 por volatilização. Dessa forma, a palhada tende a agravar as perdas de N-NH_3 por volatilização. Trivelin *et al.* (2002) constataram que a aplicação da ureia sobre a palhada da cana-de-açúcar proporcionou recuperação de cerca de 9% do nitrogênio e quando a ureia foi aplicada sobre o solo sem palhada a recuperação de nitrogênio pela planta de cana-de-açúcar atingiu valores próximos a 30%.

No Brasil, inúmeros experimentos feitos em condições de campo com a aplicação de ureia sobre palhada de cana têm mostrado perdas que podem atingir 20 a 40%, ou mais, do N aplicado (CANTARELLA *et al.*, 1999). Oliveira (1999) relatou recuperação de 40% pela cana-de-açúcar do ^{15}N -fertilizante (N marcado radioativamente) quando a fonte nitrogenada foi enterrada no solo; valores próximos foram obtidos por Trivelin *et al.* (1995). Gava (1999) encontrou recuperação do ^{15}N -fertilizante na planta em torno de 10% quando a ureia + vinhaça foram aplicadas sobre a palhada.

Weng *et al.* (1991), citados por Vitti (2003), encontraram recuperações de 19, 23 e 27% para a ureia, nitrato de potássio e sulfato de amônio, respectivamente, na aplicação de adubos a 10 cm de profundidade, e quando comparadas à aplicação superficial, mostraram maiores recuperações na colheita.

Perdas de N-NH_3 relativamente baixas (6,4% do N aplicado) com o uso de aquamônia misturada à vinhaça também foram relatadas por Vitti *et al.* (2005). Os autores também observaram que as produções de colmos obtidas com aquela fonte não diferiram das conseguidas com sulfato de amônio e nitrato de amônio.

Em áreas de cana colhida sem despalha a fogo, incorporação da ureia, reduz substancialmente as perdas de N-NH_3 por volatilização e aumenta a eficiência de uso do N quando comparado com a aplicação sobre a palha (CANTARELLA *et al.* 1999; GAVA *et al.* 1999; TRIVELIN *et al.*, 2002). Entretanto, a incorporação do fertilizante acrescenta custos adicionais de operações, aumenta o tempo de aplicação de adubo ao solo e exige tratores com maior potência (CONTIN, 2007).

Para incorporar a ureia através da ação de chuvas ou por água de irrigação, como a hidrólise da ureia é rápida, a precipitação pluvial em quantidade suficiente tem que ocorrer dentro de um a três dias para ser efetiva (FRENEY *et al.*, 1994). A palhada faz aumentar o volume de chuva necessário para a efetiva incorporação do fertilizante (CONTIN, 2007). Em áreas de solo descoberto, 10 a 20 mm de chuva ou irrigação são considerados suficientes para incorporar a ureia ao solo e reduzir ou eliminar as perdas de NH_3 (TERMAN *et al.*, 1979). Oliveira *et al.* (1999) relataram que com 38 mm de chuva ainda houve perdas significativas do N-ureia nitrogênio em cana-planta.

Diante destes resultados, nota-se de forma contundente a necessidade de incorporar a ureia no solo ou pelo menos aplicá-la em mistura com outras fontes como, sulfato e nitrato de amônio.

Em se tratando da adubação nitrogenada em cana planta, mesmo havendo grande extração de N pela cultura, em experimentos conduzidos no Brasil, verificou-se baixa resposta da cana-planta à adubação nitrogenada. Rossiello (1987) agrupou os resultados de 105 experimentos, conduzidos no Brasil, no período de 1960 a 1986, sob a forma de rendimento relativo, e verificou que somente em 22% deles houve resposta da cana-planta à adubação nitrogenada.

As causas da baixa resposta da cana-de-açúcar à adubação nitrogenada não estão suficientemente esclarecidas. Orlando Filho *et al.* (1999) atribuíram estes resultados à variabilidade experimental, à mineralização da matéria orgânica e dos restos culturais, às épocas de aplicação do fertilizante, às perdas por lixiviação e desnitrificação e, também às diferenças varietais na utilização do nitrogênio e fixação do elemento por microorganismos, já citados. Segundo Araújo *et al.* (2001), o N mineralizado de solos cultivados com cana-de-açúcar foi suficiente para atender à demanda da cana-planta pelo nutriente.

Por outro lado, Korndorfer *et al.* (1997) constatararam que a produtividade aumentou linearmente com as doses de nitrogênio (0, 30, 60 e 120 kg/ha) e, para cada 10 kg de N aplicado, houve incremento médio de colmos de 3 t/ha.

De acordo com Barbosa *et al.* (2004), a dose recomendada da adubação nitrogenada na cana-planta é de 100 kg/ha, e deverá ser aplicada no fundo do sulco de plantio, juntamente como o fósforo e o potássio, a fim de diminuir as perdas.

Já em rebrotas, segundo Oliveira *et al.* (2007), respostas à adubação nitrogenada são mais frequentes (acima de 90%) que na cana-planta. Segundo estes pesquisadores, como recomendação geral, sugere-se aplicar 1,0 kg de N por tonelada de matéria natural

acumulada na parte aérea, devendo o adubo nitrogenado ser aplicado, em dose única, juntamente com o K, numa relação N: K₂O na faixa de 1:1 a 1:1,5.

A reciclagem de nutrientes da palhada no sistema de cana crua é mais lenta, apenas 20% da matéria seca e 18% do N são mineralizados, enquanto a totalidade do P e do S permanece inalterada após 12 meses do corte. As altas relações C/N, C/P e C/S, iguais a 97, 947 e 695 na palha recém-colhida, e 68, 552 e 455 na palha remanescente, respectivamente, evidenciam que o N não está disponível para a cultura no período considerado de maior demanda de nutrientes (OLIVEIRA *et al.*, 1999b). Portanto, a cultura provavelmente responderá à aplicação do nutriente e, nesse caso, a escolha da fonte recairá sobre aquela que apresentar a melhor relação benefício/custo, considerando a necessidade da sua incorporação com implementos apropriados e possíveis perdas.

Devem-se usar misturas de adubos para adequar e suprir vários nutrientes, sabendo-se da necessidade de fornecimento de adequada quantidade de S para decomposição da palhada. A relação N/S, bem mais adequada para as culturas, pode ser proporcionada pela mistura de partes iguais de ureia e sulfato de amônio. Estas misturas apresentam menores perdas por volatilização e combinadas com o fornecimento de N e S poderão aumentar a mineralização da palhada, pelo abaixamento das relações C/N e C/S, respectivamente, bem como constituem fonte para o suprimento desses nutrientes para as soqueiras de cana (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

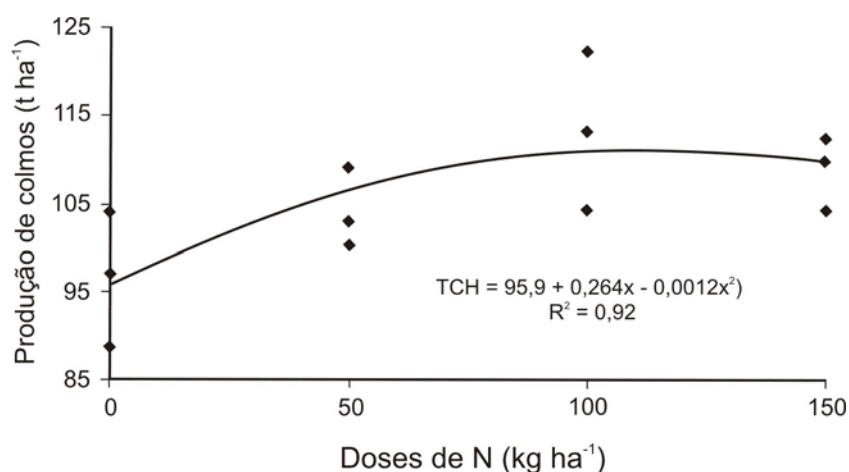
O manejo sem despalha a fogo conserva o nitrogênio no sistema solo-planta, uma vez que apenas 30 a 50% da palhada permanece no solo (BASANTA *et al.*, 2002) e grande parte do N é perdida por volatilização. O N absorvido pela cana-de-açúcar proveniente da palhada é relativamente baixo e varia entre 5 e 10% do total presente no resíduo de cobertura (GAVA *et al.*, 2003), pois as quantidades de N da palhada liberadas durante o ciclo seguinte da cana são pequenas (3 a 30%). Assim, durante um ciclo agrícola o N da palhada é pouco significativo para a nutrição direta da cana-de-açúcar em relação ao fertilizante que está disponível após sua aplicação (VITTI, 2003).

Devido ao longo ciclo e ao sistema radicular abundante, a cana-de-açúcar é eficiente em aproveitar o N do solo. Em estudos utilizando adubos marcados com ¹⁵N constatou-se que grande parte do N absorvido pela planta vem do solo, com contribuição relativamente baixa dos fertilizantes nitrogenados em relação ao N total absorvido; alguns autores encontraram valores que variavam entre 10 a 16% (GAVA *et al.*, 2001b; 2003); 12 a 14% (TRIVELIN *et al.*, 1995; AMBROSANO *et al.*, 2005).

Segundo Oliveira *et al.* (2007), a falta de resposta à adubação nitrogenada em experimentos conduzidos em campo em soqueira de cana-de-açúcar, tendo em vista diferentes fontes e locais de aplicação do fertilizante nitrogenado, muitas vezes pode ser explicada pela baixa recuperação do N fertilizante. Dessa forma, aproximadamente 35% do N-fertilizante tem como destino o solo, onde o N é incorporado à matéria orgânica (GAVA *et al.*, 2002; VITTI, 2003). Segundo Trivelin *et al.* (1995), em cana-de-açúcar, no sistema solo-planta, uma fração entre 20 e 50% do N fertilizante marcado não é encontrada em experimentos em que se estuda o balanço do N-15N. O N não recuperado é considerado como perda do sistema solo-planta. Os dados de Gava *et al.*, (2002) mostram que as perdas do N fertilizante podem ser significativas e superar a quantidade de N recuperada pela planta.

As doses de nitrogênio recomendadas variam de 60 a 120 kg/ha para a soqueira de cana-de-açúcar colhida com queima da palhada e quanto maior for o potencial de produção de fitomassa, maior será a necessidade de N (RAIJ *et al.*, 1997). Orlando Filho *et al.* (1999) encontraram respostas lineares até 120 kg/ha de N em vários experimentos de campo, porém, a partir de 100 kg/ha, os aumentos de rendimentos foram relativamente pequenos

Segundo Contin (2007), doses de N para máxima eficiência na cana-de-açúcar variam de 92 a 96 kg/ha de N (Figura 1). Este dado corrobora com Orlando Filho *et al.* (1999).



Fonte: Contin (2007).

Figura 1 – Produção de colmos (t ha¹) em relação às doses crescentes de N. Experimento realizado na Usina São Luís. TCH: toneladas de colmos por hectare.

2.8.5. Fósforo

Grande parte das lavouras está sobre solos altamente intemperizados, com baixa disponibilidade de fósforo (NOVAIS; SMITH, 1999), havendo, portanto, necessidade de fornecê-lo na adubação, uma vez que este elemento tem influência no metabolismo da cana e na produtividade e qualidade do açúcar produzido (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

O fósforo, entretanto, é um elemento que apresenta maior reatividade com o solo e sua dinâmica é também mais complexa. Assim, há questionamentos quanto aos resultados de análises realizadas em laboratórios que utilizam diferentes métodos e extratores. Análises realizadas por Oliveira *et al.* (2007), em solos cultivados com cana-de-açúcar na zona da mata mineira, indicaram que não houve diferença significativa entre os teores de fósforo disponível, extraídos com Mehlich-1, e os obtidos com o uso da resina de troca iônica.

A aplicação da dose adequada de fósforo em cana-planta é da maior importância para o estabelecimento de uma boa população de colmos, o que contribui para a obtenção de soqueiras em melhores condições de produtividade (RODELLA; MARTINS, 1988). Ensaio com cana-planta mostraram que o maior incremento da produção ocorreu com dosagens de até 80 kg/ha de P_2O_5 , e que a dose econômica provavelmente estaria entre 80 e 160 kg/ha de P_2O_5 (ZAMBELO JUNIOR; AZEREDO, 1983).

O fósforo originário do adubo se desloca pouco no perfil do solo (NOVAIS; SMITH, 1999) e, por este motivo, normalmente se utilizam doses maiores de adubação fosfatada por ocasião do plantio, aplicando o fertilizante no fundo do sulco, com o objetivo de aumentar a eficiência de absorção do nutriente pela cana, nos diversos ciclos (PEREIRA *et al.*, 1995). No entanto, se por um lado a aplicação de fertilizante no fundo do sulco assegura uma localização mais adequada, tanto em relação à menor variação do conteúdo volumétrico de água no solo quanto ao sistema radicular da cana, por outro, poderão ocorrer reações de adsorção e de transformação do fósforo que diminuirão a disponibilidade para a cultura (NOVAIS *et al.*, 2007).

Para a adubação fosfatada da cana são sugeridos alguns modelos, como o de Raij (1997) (Tabela 5).

A Tabela 6 apresenta outra proposta com base no extrator Mehlich-1 e a Tabela 7 apresenta as classes de fertilidade do solo para fósforo extraído com Mehlich-1

Tabela 5 – Doses de fósforo sugeridas para a adubação da cana, com base na disponibilidade do fósforo extraído com resina de troca iônica e na produtividade esperada

Produtividade Esperada (t/ha)	Fósforo Extraído P Resina (mg/dm)			
	0-6	7-17	16-40	> 40
	P ₂ O ₅ (kg/ha)			
< 100	180	100	60	40
100 a 150	180	120	80	60
> 150	Vide texto abaixo	140	100	80

Fonte: Raij (1997). Segundo esse autor, não é provável obter esta produtividade nesta classe, devido ao baixo teor de P no solo.

Tabela 6 – Doses de fósforo sugeridas para a adubação da cana, com base na disponibilidade do fósforo extraído com Mehlich-1 e na produtividade esperada

Produtividade Esperada no Ciclo de Cana-Planta (t/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)		
	Classe de Fertilidade do Solo		
	Baixa	Média	Alta
<100	120	90	60
100 a 150	150	120	90
150 a 180	180	150	120
>180	200	180	150

Fonte: Barbosa *et al.* (2004); e Oliveira *et al.* (2007).

Tabela 7 – Classes de fertilidade do solo para fósforo extraído com Mehlich-1

Teor de Argila (g/kg)	Classificação do Fósforo Disponível		
	Baixo	Médio	Alto
	mg/dm ³		
0 a 150	< 20	20 a 30	> 30
150 a 350	< 15	15 a 20	> 20
350 a 600	< 10	10 a 15	> 15
600 a 1.000	< 5	5 a 10	> 10

Fonte: Barbosa *et al.* (2004).

De acordo com Vitti e Mazza (2002), na adubação fosfatada de soqueira, as condições de resposta à aplicação de P₂O₅ se darão quando na análise de solo as condições de acidez forem satisfatórias, isto é, V > 50% e quando os teores de P no solo forem baixos [(P-resina < 10 mg/dm³)]. Assim, sabendo-se que 10 mg/dm³ de P equivalem a 46 kg/ha de P₂O₅ na camada de 0-20 cm (considerando a densidade do solo

igual a 1,0) e que 100 t/ha de colmos extraem cerca de 45 kg /ha de P_2O_5 , o não fornecimento de P levará a um esgotamento desse nutriente no solo, necessitando, portanto, da reaplicação de P_2O_5 .

Ainda em se tratando de adubação fosfatada em soqueira, Oliveira *et al.* (2007) relatam que o fósforo aplicado por ocasião do plantio da cana assegura, na maioria das vezes, suprimento adequado do elemento para a cana-planta e para a primeira rebrota, devendo-se utilizar formulações contendo P na adubação das rebrotas posteriores. Nas rebrotas seguintes, a dose de P utilizada pode se basear na restituição do P removido pela colheita. Nesse caso, para cada tonelada de matéria natural deve-se repor 300 g de P. Por exemplo, para uma produção de matéria natural da rebrota de 120 t/ha, devem ser aplicados 36 kg/ha de P e para converter P em P_2O_5 multiplica-se o valor de P por 2,29.

2.8.6. Potássio

Quanto ao potássio, a cana-de-açúcar responde intensamente à sua aplicação. Existem vários autores na literatura, que estudaram o nível crítico de K no solo (RAIJ, 1997). O nível crítico indicado é de 2,1 mmol/dm³, e em Orlando Filho *et al.* (1981), o valor é de 2,3 mmol/dm³. Orlando Filho *et al.* (1993) mencionam que a saturação de K em relação à CTC foi sempre superior a 5%, em lavouras com alta produtividade.

A massa de K, contida nos ponteiros e folhas secas da cana, oscila em torno de 70 kg/ha (OLIVEIRA *et al.*, 1999b), podendo, na cana-planta, alcançar 140 kg/ha. Não há necessidade de parcelar o K, pois as perdas por lixiviação são pequenas (OLIVEIRA *et al.*, 2002c) e não compensam os custos de uma nova adubação. Nos estudos conduzidos por Oliveira *et al.* (2002c) não foram verificadas perdas de K por lixiviação. Esses resultados foram confirmados por Sampaio e Salcedo (1991), citados por Oliveira *et al.* (2007), que também observaram que as perdas de K, por percolação abaixo de 100 cm de profundidade, foram de 9,0 kg/ha, totalmente compensados pelo aporte de K provindos da água da chuva, 18 kg/ha.

A adubação potássica da cana é realizada no plantio e após cada corte, devido ao potássio se deslocar no perfil do solo. Esta adubação será realizada com base nos resultados da análise de solo, da camada de 0 a 20 cm, na produtividade que se deseja obter e na utilização da cana.

Nas Tabelas 8, 9, 10 e 11 estão as recomendações para adubação potássica em cana-planta e nas rebrotas, tendo como extrator o Mehlich-1 ou a resina de troca iônica (RAIJ, 1997).

Tabela 8 – Doses de potássio sugeridas para a adubação da cana, com base na disponibilidade do potássio extraído com Mehlich-1 e na produtividade esperada

Produtividade Esperada (t/ha)	Classe de Fertilidade do Solo		
	Baixa	Média	Alta
	K ₂ O (kg/ha)		
< 90	80	60	40
90 a 120	100	80	60
120 a 150	120	100	80
150 a 180	140	120	100
> 180	160	140	120

Fonte: Barbosa *et al.* (2004); e Oliveira *et al.* (2007).

Tabela 9 – Classes de fertilidade do solo para potássio extraído com Mehlich-1

Classificação do Potássio Disponível		
Baixo	Médio	Alto
----- mg/dm ³ -----		
< 40	41-90	> 90

Fonte: Barbosa *et al.* (2004).

Tabela 10 – Doses de potássio sugeridas para a adubação da cana-planta, com base na disponibilidade do potássio extraído com resina de troca iônica e na produtividade esperada

Produtividade Esperada (t/ha)	K Resina (mg/dm ³)				
	0 - 0,7	0,8 - 1,5	1,6 - 3,0	3,1 - 6,0	> 6,0
	K ₂ O (kg/ha)				
< 100	100	80	40	40	0
100 a 150	150	120	80	60	0
> 150	200	160	120	80	0

Fonte: Raij (1997).

Tabela 11 – Doses de potássio sugeridas para a adubação das rebrotas, baseando-se na disponibilidade do potássio extraído com resina de troca iônica e na produtividade esperada

Produtividade Esperada (t/ha)	K Resina (mg/dm ³)		
	Baixa	Média	Alta
	K ₂ O (kg/ha)		
< 60	90	60	30
60 a 80	110	80	50
80 a 100	130	100	70
>100	150	120	90

Fonte: Raij (1997).

2.8.7. Enxofre

As fontes de S adicionadas ao solo são os corretivos (gesso), fertilizantes e adubos orgânicos. Os principais fertilizantes contendo S que se consomem mais no Brasil são o sulfato de amônio e o superfosfato simples.

Em áreas carentes desse nutriente, aplicar pelo menos 30 kg/ha de S (KORNDORFER *et al.*, 1999). O sulfato de amônio constitui-se em importante fonte de N e S para as culturas. Estes elementos exercem funções tão relacionadas no metabolismo das plantas que é possível definir o estado nutricional com base na relação dos seus teores na matéria seca.

Malavolta (1980) sugeriu que, de forma geral, na fórmula de adubação sejam garantidas as relações N/S = 5/1 ou P₂O₅/S = 7/1 a 10/1.

A solubilidade do gesso é um fator de suma importância, quando é empregado como fonte de Ca e de S para as plantas. Apesar de considerado pouco solúvel, sua solubilidade em água pura é 52 vezes superior à do calcário. Batista *et al.* (1978), estudando S em dois solos, concluíram que o gesso se constitui em uma fonte apropriada de S. Mesmo sendo considerada uma das melhores fontes de S para as culturas, a aplicação de gesso, entretanto, somente pode ser recomendada dentro de determinados critérios (já descritos anteriormente), uma vez que pode levar a um desequilíbrio das bases do solo (QUAGGIO *et al.*, 1982).

As adições de S devem aumentar conforme se aumentam as doses de N e P. As relações P-S aumentam conforme os solos sejam mais argilosos. Quando se aplica P e S no solo, deve-se ter o cuidado de equilibrar as quantidades desses dois nutrientes. Nesse

sentido, Cravo *et al.* (1985) constataram que, com o aumento da dose de P para uma dose relativamente baixa de S, a produção de matéria seca foi menor que quando foram aplicadas doses mais elevadas de S.

Pode-se dispensar o uso de enxofre em áreas que receberam aplicação de vinhaça (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

2.8.8. Micronutrientes

Em grande parte das áreas cultivadas com cana-de-açúcar no Brasil tem ocorrido suprimento adequado de micronutrientes pelo solo, dispensando, portanto, o seu uso nas adubações químicas. Entretanto, a implantação de canaviais em áreas menos férteis ou marginais, associada à adubação com fertilizantes concentrados e ao plantio de variedades de alta produtividade, que cada vez mais aumentam a absorção e a exportação de nutrientes, tem causado deficiência de micronutrientes em diversas lavouras de cana-de-açúcar, havendo, nesses casos, a necessidade de fornecer os micronutrientes pela adubação (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

A análise de solo e o histórico da área e da variedade têm sido utilizados como métodos preditivos de avaliação, quanto à possibilidade de ocorrência de deficiência de micronutrientes. A análise de solo deve ser associada ao histórico da área e da variedade, porque os resultados analíticos são influenciados pelo extrator utilizado, pelas características do solo e da variedade e, também, pela época de coleta da amostra, havendo, inclusive, relatos de efeitos marcantes da temperatura ambiente e da umidade do terreno sobre os teores de micronutrientes (PEREIRA *et al.*, 2001).

As doses de Cu, Zn, Mn e Fe a serem aplicadas, no caso de deficiência, são respectivamente: 2,5 a 6,0; 5,0 a 7,0; 3,0 a 6,0 e 6,0 a 10,0 kg/ha, utilizando-se óxidos, cloretos e sulfato (CANTARELLA *et al.*, 1998).

2.8.9. Avaliação do estado nutricional da cana-de-açúcar

A análise química das folhas da cana-de-açúcar é mais uma forma de avaliar o estado nutricional das lavouras. A preferência pelas folhas deve-se ao fato de serem a parte da planta que, de modo geral, reflete melhor as variações no suprimento de nutrientes, tanto do solo, quanto das adubações. Em cana-de-açúcar tem sido recomendado coletar as folhas +2 ou +3. A folha +1 é, no sentido descendente do colmo, a

primeira que apresenta a lígula (região de inserção da bainha foliar no colmo) totalmente visível. Para análise química, utiliza-se o terço mediano da folha +2 ou +3, excluindo a nervura central (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

As amostras do terço mediano devem ser primeiramente lavadas em água corrente limpa e, posteriormente, em água destilada. A seguir, o material deve ser seco a 65 °C até o peso constante. Caso não seja possível esta secagem, deve-se enviar, rapidamente, as amostras para o laboratório, onde serão analisadas.

2.9.10. Adubação verde

A adubação verde é o cultivo de plantas com o propósito de incorporá-las ao solo. Dentre as características desejáveis de uma planta a ser utilizada como adubo verde pode-se citar: possibilidade de mecanização, da semeadura à colheita de sementes; ausência de sementes dormentes; sistema radicular vigoroso e profundo; capacidade de associar-se às bactérias fixadoras do nitrogênio do ar atmosférico; crescimento rápido para controlar plantas daninhas; e, finalmente, possuir mecanismos ou sintetizar compostos, que auxiliem no controle de pragas, nematóides, por exemplo, e doenças.

Em áreas de reforma do canavial pode-se optar pelo plantio de leguminosas, principalmente de *Crotalaria juncea*, soja e amendoim, sendo a escolha função da localização da cultura, declividade da área, pragas de solo, entre outros (OLIVEIRA *et al.*, 2007). A *Crotalaria juncea* é a espécie mais utilizada como adubo verde em áreas de reforma de canavial ou de plantio da cana de ano e meio, pois suas sementes são de fácil obtenção, não apresentam dormência; tem crescimento rápido, o que lhe confere competitividade com as plantas daninhas; possui sistema radicular profundo e vigoroso, capaz de reciclar nutrientes; é resistente a pragas e é pouco atacada por doenças e também fixa o nitrogênio do ar atmosférico (WUTKE; ARÉVALO, 2006).

Em estudo conduzido por Oliveira *et al.* (1998) com os adubos verdes: *crotalaria juncea*, feijão-guandu, mucuna-preta, mucuna-cinza, lab-lab e milho, verificaram que a maior produção de biomassa seca foi a da crotalaria, com valores da ordem de 15 t/ha. No entanto esta é muito sensível ao período de escuro, florescendo precocemente sob noites crescentes e, conseqüentemente, interrompendo o crescimento. Portanto, quando seu cultivo for para adubação verde, deve-se fazer o semeio no começo de outubro ou tão logo seja possível.

Cárceres e Alcarde (1995) relataram que nas áreas em que se incorporou a crotalária ao solo, comparativamente ao pousio, ocorreu incremento de produtividade na cana planta da ordem de 15 toneladas de colmos por hectare (Tabela 12).

Tabela 12 – Produtividade agrícola de três cortes, em toneladas de colmos por hectare

	TCH		
	1º Corte	2º Corte	3º Corte
Pousio	118,5 b	84,2 b	64,4 ab
<i>Crotalaria juncea</i>	133,1 a	90,4 ab	62,7 ab
<i>Crotalaria spectabilis</i>	133,9 a	92,3 a	66,2 a
Guandu	126,6 ab	85,4 ab	61,2 ab
Mucuna-preta	119,7 b	88,1 ab	59,6 ab
Mucuna-anã	126,0 ab	87,8 ab	58,4 b
Lablabe	126,7 ab	85,7 ab	60,0 ab
Feijão-de-porco	126,2 ab	84,5 ab	60,1 ab

Fonte: adaptado de Carceres e Alcarde (1995).

Notas: médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Em áreas densamente infestadas com capim-marmelada, a inclusão da crotalária no sistema aumentou em 320% a massa de N sobre o solo, pois o acúmulo pela vegetação natural da área de pousio foi de 66 kg/ha de N, enquanto na área com a crotalária este acúmulo ultrapassou a 250 kg/ha, quantidade suficiente para assegurar uma produção de 230 toneladas de matéria natural de cana por hectare (WUTKE; ARÉVALO, 2006).

2.8.11. Adubos orgânicos

Os esterco são os mais antigos e populares adubos, possuindo papel importante no desenvolvimento da agricultura (KEIHL, 1985). Os resíduos animais apresentam uma composição química muito variada, em função de fatores como a espécie animal, a raça, a dieta, o processo digestivo, o manejo, o método de coleta e armazenagem do resíduo (KEIHL, 1985). Talvez por este motivo poucos trabalhos têm sido feitos avaliando o uso de dejetos de animais na adubação da cana-de-açúcar.

Em trabalho realizado no sul de Minas Gerais com as variedades SP 79-1011 e RB 72-454, Anjos *et al.* (2006) testaram esterco de curral (30 t/ha) e esterco de galinha (3,5 t/ha) em substituição ao adubo químico (120 kg/ha de P₂O₅ e 120 kg/ha de K₂O no

plantio e 60 kg/ha de N em cobertura) e não em encontraram diferença de produtividade em cana de primeiro corte (76 t/ha) e variação no teor de Brix (18,71).

2.9. Determinação do estágio de maturação

O ponto de maturação pode ser determinado pelo refratômetro de campo, que fornece diretamente a porcentagem de sólidos solúveis do caldo (Brix). O Brix está estreitamente correlacionado ao teor de sacarose da cana.

A maturação ocorre da base para o ápice do colmo. A cana imatura apresenta valores bastante distintos nesses seguimentos, os quais vão se aproximando no processo de maturação. Assim, segundo a equipe do *site* Agrobyte, o critério mais racional de estimar a maturação pelo refratômetro de campo é pelo índice de maturação (IM), que fornece o quociente da relação:

$$IM = \frac{\text{Brix da ponta do colmo}}{\text{Brix da base do colmo}}$$

Admitem-se para a cana-de-açúcar, os seguintes estágios de maturação (Tabela 13).

Tabela 13 – Estágios de maturação da cana-de-açúcar

IM	Estágio de Maturação
< 0,60	Cana verde
0,60 – 0,85	Cana em maturação
0,85 – 1,00	Cana madura
> 1,00	Cana em declínio de maturação

Fonte: disponível em: <<http://www.agrobyte.com.br/culturas/cana>>.

As determinações técnicas em laboratório (Brix, Pol, açúcares redutores e pureza) fornecem dados mais precisos da maturação, sendo, a rigor, uma confirmação do refratômetro de campo.

3. CANA-DE-AÇÚCAR E DERIVADOS COMO ALIMENTOS PARA BOVINOS

A cana-de-açúcar vem sendo utilizada amplamente como fonte de alimentos para ruminantes, pois apresenta diversas características favoráveis, já descritas anteriormente. Porém, devido aos baixos teores de proteína e aos altos teores de açúcar, que dependendo da época do ano, o valor energético pode estar mais ou menos concentrado, a cana não pode ser utilizada como única fonte de alimento (FERNANDES *et al.*, 2003). A cana também possui baixos teores de minerais, baixa digestibilidade da fração fibrosa, o que tem limitado produtividades satisfatórias com seu uso exclusivo. Rodrigues *et al.* (2007), avaliando os teores de macro e microminerais de nove variedades, concluíram que todas as variedades de cana-de-açúcar apresentaram concentrações desses elementos abaixo das exigências de bovinos de corte e de leite. Nestas condições, a cana deve ser complementada com outra fonte de nutriente, mesmo em casos de atendimento apenas das exigências de manutenção. Na Tabela 14 está descrita a composição bromatológica da cana-de-açúcar.

A Tabela 15 compara os requerimentos em minerais de uma vaca de cria, produzindo 5 kg leite/dia segundo o NRC (1996), com os valores fornecidos pela cana. (GONÇALVES *et al.*, 2007).

Muitas pesquisas têm sido conduzidas para aperfeiçoar o uso da cana-de-açúcar como alimento de ruminantes. Em seguida serão discutidos os principais fatores que influenciam na qualidade da cana como alimento em si, ou como parte da dieta. Sobretudo, há a procura do aumento no valor energético do alimento e concomitantemente, seu consumo voluntário, sendo este indicado como um dos maiores entraves em seu uso pleno para animais de alto desempenho.

Tabela 14 – Composição bromatológica da cana-de-açúcar, em porcentagem da matéria seca

Nutrientes	%
Matéria seca	28,45*
Proteína bruta	2,74
Extrato etéreo	1,55
Matéria mineral	3,10
Carboidratos totais	92,76
Carboidratos solúveis	42,83
Fibra em detergente neutro	57,68
Fibra em detergente ácido	34,02
Hemicelulose	21,22
Celulose	26,44
Lignina	7,75
Extrato não nitrogenado	69,09
Nutrientes digestíveis totais	62,70

Fonte: Valadares Filho *et al.* (2006).

* Porcentagem na matéria natural.

Tabela 15 – Composição mineral média da cana-de-açúcar em comparação com os requerimentos de alguns minerais para bovinos

Minerais	Composição na Matéria Seca (MS) ¹	Exigência na MS da Dieta ²
Cálcio (%)	0,20	0,20 a 0,40
Fósforo (%)	0,06	0,16 a 0,23
Magnésio (%)	0,14	0,20
Potássio (%)	0,95	0,65
Sódio (%)	0,04	0,10
Enxofre (%)	0,07	0,15
Cobre (ppm)	410	10
Zinco (ppm)	53,7	30
Ferro (ppm)	444,46	50
Manganês (ppm)	44,60	40

¹ Valadares Filho *et al.* (2006); e ² NRC (1996); adaptado de Gonçalves *et al.* (2007).

3.1. Efeito da variedade na qualidade nutricional da cana-de-açúcar

Dentre os fatores que afetam a qualidade da cana-de-açúcar como alimento para bovinos, os mais importantes são a idade e a variedade da planta (RODRIGUES; ESTEVES, 1992). As variedades mais promissoras para alimentação de bovinos do ponto de vista nutricional são as que apresentam menores teores de FDN, maiores

valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e baixos teores de lignina. Geralmente, a cana forrageira ideal é aquela que mais se aproxima da melhor variedade industrial, ou seja, com maior teor de sacarose. Dessa forma, o valor nutritivo da cana é diretamente proporcional ao seu teor de sacarose. Considerando-se que é característica da espécie o baixo conteúdo nitrogenado, o teor de proteína bruta (PB) não é critério para escolha de variedades (COSTA *et al.*, 2003; RODRIGUES *et al.*, 2005; RODRIGUES *et al.*, 2006). Por outro lado, os constituintes da fibra das forrageiras tropicais são considerados de grande importância, por duas razões principais: compreendem a maior fração da matéria seca da planta e constituem a fração da planta menos digerida no trato digestivo e a mais lentamente digerida em nível de rúmen (THIAGO; GILL, 1993). Neste sentido, uma característica que deve ser avaliada para escolha das variedades é a maior capacidade de desfolha natural ou fácil, pois permite maior eficiência no processo de corte, moagem, além de reduzir a oferta de material de baixo valor nutricional ao rebanho (MACEDO *et al.*, 2006).

A digestibilidade da matéria seca nas variedades de cana utilizadas atualmente pode ser considerada como de valor médio e variam entre 54 e 65% (DA SILVA; SBRISIA, 2000). Rodrigues *et al.* (2001) avaliaram 18 variedades de cana-de-açúcar através de um ensaio de digestibilidade *in vitro* da matéria seca e encontraram valores variando de 47,75 a 68,96% de digestibilidade, comprovando o efeito da variedade. Também neste trabalho verificaram diferenças de 12,3% entre o menor teor de FDN (44,1%), encontrado na variedade IAC 86-2480, e o maior valor de FDN (56,4%), obtido para a variedade IAC 84-1042. Costa *et al.* (2003), avaliando 12 cultivares, verificaram que a FDN nos colmos variou de 33,6 a 47,8% da MS e o teor de carboidratos não fibrosos (CNF) variou de 49,4 a 61,0%, sendo que as canas com alto teor de FDN, logicamente, apresentavam baixa concentração de CNF.

AZEVEDO *et al.* (2003), avaliando a divergência nutricional de 15 variedades de cana-de-açúcar, verificaram que os teores de hemicelulose, de lignina e a taxa de degradação da fração potencialmente degradável da FDN explicaram 87,8% da variação total do banco de dados utilizados em seu estudo, ou seja, são os fatores de maior correlação com as características nutricionais da cana-de-açúcar.

Teixeira (2004) também procurou definir que características agronômicas e bromatológicas seriam mais correlacionadas ao valor nutritivo da cana-de-açúcar. Dentre as características avaliadas, a porcentagem de fibra insolúvel em detergente neutro ou ácido (FDN ou FDA) foi a mais correlacionada com a degradabilidade da MS.

Segundo o autor, a característica mais importante na cana-de-açúcar de alto valor nutritivo é ter baixa porcentagem dessas entidades na MS. A segunda mais importante é o comprimento dos colmos (sendo esta uma característica agrônômica). Canas de alta digestibilidade têm colmos mais curtos, além de baixa porcentagem de FDA. Entretanto, selecionar canas com colmos curtos para obter ganho em digestibilidade levaria à perda na produção de MS por hectare, o que faz pouco sentido (PEREIRA, 2005). A terceira característica seria selecionar variedades com maior porcentagem de colmos, ou seja, baixa proporção de palhas e folhas, uma vez que a sacarose de alta digestibilidade está contida nos colmos, enquanto as folhas são ricas em fibra de baixa digestibilidade. A cana é talvez a única forrageira em que colmos têm maior digestibilidade do que as folhas (PEREIRA, 2005).

Rodrigues *et al.* (2005), avaliando dez variedades de cana-de-açúcar, verificaram diferença acentuada nos teores de FDN, cuja variação foi de 41,1 a 48,3%; e Rodrigues *et al.* (2006) encontraram diferença entre as variedades estudadas para o teor de lignina, o qual variou de 2,9 a 4,1% da MS, sendo esta a variável que faz parte da FDN e tem alta correlação negativa com a digestibilidade. Além do aumento no teor de FDN na planta estar associado ao espessamento da parede celular, o que reduz a área disponível ao ataque microbiano no rúmen. Considerando-se que a capacidade de ingestão total de fibra pelo animal é limitada, uma variedade que apresenta teor de FDN elevado, limitará a ingestão de cana-de-açúcar e, conseqüentemente, o consumo de energia poderá ser insuficiente para atender a exigência nutricional do animal, afetando seu desempenho.

Fernandes *et al.* (2003) avaliaram variedades de cana-de-açúcar com diferentes ciclos de produção (precoce e intermediário) e três idades de corte. Os autores observaram que variedades com ciclo de produção intermediário apresentaram produção 8,66% maior que as precoces. As variedades de cana-de-açúcar precoces apresentaram maiores teores de FDN e FDA do que as de ciclo intermediário, uma vez que as primeiras atingem a maturidade mais cedo, culminando com mais rápido desenvolvimento das estruturas de sustentação, que são representadas pelos polissacarídeos da parede celular vegetal. Este fato torna as variedades de maturação intermediária mais apropriadas ao consumo pelos animais. Houve aumento linear do percentual dos nutrientes digestíveis totais (NDT) com o avanço na idade de corte, justificado pelo aumento linear do teor de MS e o aumento do teor de sólidos solúveis (Brix).

Freitas *et al.* (2006), trabalhando com os genótipos RB72454, RB835486, SP80-1842, IAC86-2480, RB977512, RB867515, RB935566, RB925345, RB977625, SP79-

1011, SP80-1816, SP81-3250 e SP91-1049, colhidos em soca aos 11 meses de idade e avaliando quanto a FDN, hemicelulose, lignina, relação FDN x carboidratos solúveis, fração indegradável da FDN, taxa de degradação da FDN e taxa de degradação da matéria seca, concluíram que o clone RB977512, apresentou as melhores médias para as variáveis avaliadas e, portanto, pode ser considerado de melhor qualidade nutricional para alimentação de ruminantes.

Em se tratando da escolha da variedade introduzida na fazenda, talvez as características agrônômicas sejam mais decisivas, pois a produtividade da cana-de-açúcar e seu baixo são os principais motivos que levam a adoção deste alimento para animais. No entanto, se dentro das variedades adaptadas à região, estas possuem dados em relação à produção animal, sendo de grande auxílio na tomada de decisão de que variedade usar para alimentação animal naquele local.

3.2. Efeito da idade do corte na qualidade nutricional

O ponto ideal de colheita da cana-de-açúcar é atingido no período da “seca”, quando a lavoura atinge o ponto de maturação. Preston (1977) recomenda que o teor de Brix da cana-de-açúcar a ser utilizado na engorda de bovinos seja maior que 12°. Em geral, bem abaixo dos teores alcançados nas variedades modernas (22 °Brix).

De maneira geral, o valor nutritivo das gramíneas diminui com o avançar do estágio de maturação. No entanto, o valor nutritivo da cana-de-açúcar aumenta com a maturidade, conforme pode ser visto na Tabela 16. Com o avançar da idade da cana-de-açúcar ocorrem decréscimos nos teores de PB e aumento nos teores de MS e de carboidratos não fibrosos (CNF), sendo este último resultado do acúmulo de sacarose. Com o avanço da idade, ocorre queda na digestibilidade da FDN, mas o aumento de CNF supera esta queda, fazendo com que haja aumento na digestibilidade da matéria orgânica (MO) com o avanço da idade da planta. Essa característica resulta em importante vantagem para a alimentação animal, particularmente no período seco e frio do ano, época em que seu valor energético é máximo, enquanto o de outras gramíneas forrageiras atinge seus limites mínimos (GOODING, 1982).

Kung Jr. e Stanley (1982) avaliaram a cana-de-açúcar de produção “bianual” cortada aos 6, 9, 12 e 15 meses de crescimento, e observaram aumento na digestibilidade *in vitro* da matéria seca da forragem fresca de 52,6 para 58,1% com o aumento do período de crescimento. Essa alteração foi acompanhada pela elevação da

Tabela 16 – Composição química e digestibilidade *in vitro* da cana-de-açúcar

Nutrientes na MS	Estádios de Maturidades (Meses)				
	6	9	12	15	24
Matéria seca	22,3	21,4	29,0	30,4	31,5
Proteína bruta	6,4	4,4	3,2	2,4	1,8
Fibra bruta	35,3	32,8	29,2	30,0	27,7
Extrato etéreo	3,2	2,6	1,6	1,4	1,1
Extrato não nitrogenado	47,7	52,4	58,9	57,2	65,5
Cinzas	7,4	7,8	7,2	8,0	3,9
Digestibilidade <i>in vitro</i> da MS	52,6	53,5	55,0	58,1	60,3

Fonte: Corsi (1986), citado por Gonçalves *et al.* (2007).

concentração dos componentes solúveis e pelos decréscimos nos teores de fibra. Estes dados corroboram com os observado por Pate (1977), que relatou incremento de 55,5 para 60,6% na digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica da cana-de-açúcar por um período de 336 dias. Banda e Valdez (1976) observaram elevação no teor de açúcares solúveis e redução no teor de fibra em detergente ácido e foram acompanhados pelo aumento de 57,5 para 70,5% na digestibilidade *in vitro* da matéria seca da cana cortada aos 8 e 16 meses de desenvolvimento, respectivamente.

3.3. Cana-de-açúcar e ureia

A recomendação clássica para utilização da mistura de ureia e sulfato de amônia em rações com cana-de-açúcar consiste na adição de 1 kg da mistura composta por ureia e sulfato de amônio (nove partes de ureia para cada parte de sulfato de amônio), para cada 100 kg de matéria natural (MN) de cana-de-açúcar fresca (ALVAREZ; PRESTON, 1976). Ferreiro *et al.* (1977) desenvolveram uma equação com base teórica e empírica, na qual o nível de ureia deveria ser calculado em função do °Brix (medido com refratômetro) do caldo no colmo pela seguinte equação: ureia na cana-de-açúcar (gramas de ureia/quilograma de cana *in natura*) = $0,6 \times \text{°Brix} \times (94,8 - 1,12 \times \text{°Brix}) / (100 - \text{°Brix})$. O valor do °Brix apresentaria uma medida indireta da concentração de açúcares. O modelo foi desenvolvido a partir do pressuposto de que a microbiota ruminal necessitaria, em media, de 3 g de nitrogênio para cada 100 g de carboidratos fermentáveis. O nível de 1% de ureia + sulfato de amônio (base na matéria natural) foi então recomendado e difundido no Brasil, assumindo-se valor médio de 18 °Brix.

Entretanto, a utilização exclusiva de ureia nos suplementos proteicos promove resultados inferiores aos obtidos com o uso associado de fontes de nitrogênio não proteico e fontes de proteína verdadeira, como o farelo de soja ou o farelo de algodão (ALVAREZ; PRESTON, 1976). Da Silva e Sbrissia (2000) revisaram a literatura e mostraram que a cana, quando suplementada apenas com minerais e ureia, proporcionou nutrientes em quantidade adequada apenas para atender às exigências de manutenção e, ou, aos baixos níveis de desempenho de bovinos.

Dessa forma, torna-se importante identificar alguns alimentos com características que complete as dietas à base de cana, quando o produtor tem como objetivo alcançar elevado desempenho animal.

3.4. Cana-de-açúcar e farelos

Montpellier e Preston (1977) elevaram o consumo voluntário de dietas contendo cana de 1,6 para 3,2% do peso vivo, com a utilização de farelo de polidura de arroz na dieta, o qual permitiu aumento na ingestão de energia digestível pelos animais.

Vilela *et al.* (2003) avaliaram diferentes suplementos, ureia (CAU), milho moído (CMM), farelo de algodão (CFA) e farelo de trigo (CFT), para vacas mestiças em lactação, com produção de leite média de 7 kg por animal/dia, alimentadas com cana-de-açúcar. As dietas eram isoproteicas, e os tratamentos com maior inclusão de ureia, que foram o de cana-de-açúcar mais ureia (CAU) e o de cana-de-açúcar, milho grão e ureia (CMM), apresentaram maiores coeficientes de digestibilidade da FDN e dos CHO. Segundo os autores, o menor consumo nas dietas CAU e CMM, provavelmente provocado pelo maior tempo de retenção no rúmen, o que pode ter aumentado a digestão dos nutrientes neste compartimento. As rações CAU e CMM foram as que apresentaram as quantidades de ureia mais elevadas (3,52 e 3,22% na MS, respectivamente). A baixa palatabilidade da ureia pode ter contribuído para obtenção de menores ingestões de MS nestes tratamentos. A produção de leite do tratamento CFT foi maior que do CAU, não havendo diferença entre os demais tratamentos. Neste estudo foi verificada perda de peso de 0,8, 0,2 e 0,6 e ganho de 0,1 kg/dia, respectivamente, para os tratamentos CAU, CFA, CMM e CFT. Segundo os autores, para vacas mestiças de baixo potencial de produção, a suplementação que apresentou os melhores resultados, com base na produção e na composição do leite, do CMS, da digestibilidade dos nutrientes e da eficiência alimentar, foi com o farelo de trigo.

Na Tabela 17 estão resumidos os resultados de diversos trabalhos, mostrando digestibilidade da MS e da FDN de dietas com cana-de-açúcar como volumoso único, sendo que a baixa digestibilidade da FDN é uma das limitações da cana-de-açúcar na dieta de ruminantes.

3.5. Cana-de-açúcar e silagem de milho

Paiva *et al.* (1991) e Pires *et al.* (1999) encontraram consumos de MS 16,4 e 25,5%, respectivamente, superiores para dietas à base de silagem de milho, quando comparadas com dietas que continham cana-de-açúcar como volumoso exclusivo para vacas leiteiras.

O baixo consumo de MS para dietas à base de cana-de-açúcar, que tem sido encontrado em vários estudos, está relacionado à baixa digestibilidade da FDN (OLIVEIRA *et al.*, 2001), à baixa taxa de passagem e ao alto tempo de retenção deste alimento (MAGALHÃES, 2001), e não somente ao teor da FDN, já que em alguns trabalhos (RIBEIRO *et al.*, 2000; MAGALHÃES, 2001) têm sido encontrados teores de FDN maiores para silagem de milho, quando comparada a algumas variedades de cana-de-açúcar.

Segundo Valadares Filho *et al.* (2002), a principal limitação da cana-de-açúcar é a redução de consumo, ocasionada principalmente pela baixa digestibilidade da fibra, uma vez que seu teor médio em FDN é menor que o da silagem de milho (47 *versus* 60).

Já Valvasori *et al.* (2002) não observaram diferenças no consumo de MS e PB com o aumento dos níveis de cana-de-açúcar nas dietas em substituição à silagem de milho.

No entanto, Corrêa *et al.* (2003) verificaram o aumento de 6,52% no consumo para silagem de milho em vacas produzindo 30 kg/dia leite.

Mendonça *et al.* (2004) avaliaram dietas com silagem de milho ou com cana-de-açúcar com vacas holandesas e observaram consumo 21,2% maior para as dietas à base de silagem de milho, ambas com relação volumoso:concentrado de 60:40. Os autores verificaram que a modificação da relação volumoso:concentrado de 60:40 para 50:50 não foram suficientes para aumentar o consumo de dietas com cana-de-açúcar. Ainda no mesmo trabalho foi citado que vacas alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar apresentaram maior tempo despendido em ócio, menor consumo e menor eficiência de ruminação, quando expressa em g de FDN/h.

Tabela 17 – Digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS) e da fibra insolúvel em detergente neutro (DAFDN) de dietas com cana-de-açúcar como volumoso único e diferentes suplementos

Suplementos	DAMS (%)	DAFDN (%)	Animal	Fonte
Milho em grão, farelo de algodão	77,0	-	Vacas	Biond <i>et al.</i> (1978)
Milho em grão, farelo de algodão	62,0	37,0	Garrotes	Patê (1981)
Milho em grão, ureia, farelo de soja	66,0	53,0	Novilhas	Manzano <i>et al.</i> (1995)
Farelo de algodão, ureia	71,5	66,6	Vacas	Aroeira <i>et al.</i> (1995)
Milho em grão, farelo de trigo, ureia	55,7	39,0	Garrotes	Pereira <i>et al.</i> (1996)
Ureia, farelo de algodão	65,4	47,7	Vacas	Ludovico e Mattos (1997)
Milho em grão, farelo de soja ¹	70,9	54,4	Garrotes	Hernandez <i>et al.</i> (1997)
Milho em grão, farelo de soja ²	67,8	37,0	Garrotes	Hernandez <i>et al.</i> (1997)
Milho em grão, farelo de soja ³	66,3	36,9	Garrotes	Hernandez <i>et al.</i> (1997)
Farelo de soja	69,9	55,4	Vacas	Stacchini (1998)
Milho em grão, farelo de soja	61,9	22,5	Novilhas	Andrade (1999)
Milho em grão, glúten de milho, farelo de soja	61,4	23,1	Vacas	Corrêa (2001)
Milho em grão, farelo de soja, glúten de milho, ureia	73,3	54,9	Novilhas	Gallo (2001)
Farelo de soja, milho em grão, ureia	73,0	53,6	Vacas	Valvasori <i>et al.</i> (2002)
Ureia	64,8	49,7	Vacas	Vilela <i>et al.</i> (2003)
Ureia, farelo de algodão	63,0	40,2	Vacas	Vilela <i>et al.</i> (2003)
Ureia, milho em grão	70,5	53,6	Vacas	Vilela <i>et al.</i> (2003)
Ureia, farelo de trigo	65,4	46,2	Vacas	Vilela <i>et al.</i> (2003)
Milho em grão, farelo de soja, farelo de algodão, ureia	67,9	31,0	Vacas	Mendonça <i>et al.</i> (2004)
Milho em grão, farelo de soja, farelo de algodão, ureia	66,7	35,0	Vacas	Costa <i>et al.</i> (2005)

Fonte: Gonçalves *et al.* (2007).

¹ Cana-de-açúcar variedade CO413; ² cana-de-açúcar variedade RB72454; e ³ cana-de-açúcar variedade RB806043.

Magalhães *et al.* (2004) avaliaram a substituição da silagem de milho por cana-de-açúcar em dietas para vacas leiteiras de produção média de 24 kg/dia de leite. Foram avaliados quatro níveis de substituição (0, 33,3, 66,6 e 100%) de silagem de milho por cana-de-açúcar e observaram que o aumento do nível de substituição promoveu redução linear do consumo de todos os nutrientes, exceto para lignina e carboidratos não fibrosos. A substituição não afetou as digestibilidades da matéria seca, da matéria orgânica e da proteína bruta. A digestibilidade da fibra em detergente neutro apresentou redução acentuada, enquanto a dos carboidratos não fibrosos aumentou. A taxa de passagem ruminal da digesta diminuiu e o tempo médio de retenção total aumentou com a substituição, o que pode explicar a redução no consumo. Os autores concluíram que a silagem de milho pode ser substituída em até 33% pela cana-de-açúcar, para vacas com produções médias diárias de 24 kg de leite.

Costa *et al.* (2005), comparando tratamentos com a mesma relação volumoso:concentrado (V:C de 60:40) entre cana-de-açúcar e silagem de milho, encontraram consumo 22,51% superior para a dieta contendo silagem de milho. Neste trabalho, a dieta com cana-de-açúcar só teve o mesmo consumo quando se inverteu a relação volumoso:concentrado, ou seja, 40:60, corroborando com Magalhães *et al.* (2004).

Magalhães *et al.* (2006), também trabalhando com cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação, verificaram que a cana-de-açúcar apresentou elevada proporção de fibra indigestível em comparação à silagem de milho, uma vez que o coeficiente de digestibilidade da FDN para a dieta com 100% de cana-de-açúcar correspondeu a apenas 45,35% do valor obtido para a dieta com 100% de silagem de milho.

3.6. Cana-de-açúcar tratada com NaOH

É comum utilizar agentes alcalinos para melhorar a digestibilidade de alimentos volumosos de baixo valor nutritivo em outros países (BERGER *et al.*, 1979). Estes compostos químicos, principalmente o hidróxido de sódio (NaOH) são utilizados em resíduos agrícolas como palhas de cevada (REXEN; THOMSEN, 1976), sabugos de milho (BERGER *et al.*, 1979) e sobre o bagaço de cana (RANDEL, 1972). A justificativa para o uso desses agentes alcalinos reside no fato da lignina de gramíneas ser particularmente suscetível ao ataque hidrolítico dos mesmos nas ligações covalentes

do tipo éster entre a lignina e a parede celular (VAN SOEST, 1994). A utilização de 4 a 5% de NaOH em relação à matéria seca dos volumosos elevou a digestibilidade *in vitro* da MS da palhada de cevada e de sabugo de milho. Entretanto, o mesmo efeito não foi observado quando estes alimentos tratados com NaOH foram avaliados através de ensaios de digestibilidade *in vivo*. A justificativa para essa situação provavelmente reside na alteração da taxa de passagem, reduzindo o tempo de retenção do alimento no rúmen e, dessa forma, prejudicando a atividade total dos microrganismos sobre a digesta (BERGER *et al.*, 1979).

De acordo com Reis e Rogrigues (1994), o NaOH, uma das substâncias mais eficientes no tratamento de volumosos, possui desvantagens como alto teor de sódio nas dietas e possibilidade de contaminação do ambiente, uma vez que aparecem em alta concentração na urina e nas fezes dos animais que receberam o alimento tratado.

Ezequiel *et al.* (2005) trabalharam com tratamento alcalino da cana-de-açúcar com hidróxido de sódio (1,5 a 5,0% de NaOH) e avaliaram seu efeito sobre a digestibilidade total e o consumo de matéria seca das dietas experimentais e as taxas de passagem das canas-de-açúcar. O tratamento alcalino foi mais eficiente na fração fibra, proporcionando aumentos de pelo menos 45% na digestibilidade. Houve aumento de 25,0% no consumo das dietas contendo a cana-de-açúcar hidrolisada (1,5% PV), este provavelmente foi ocasionado pela maior digestibilidade da fibra.

3.7. Cana-de-açúcar tratada com CaO

De acordo com Berger *et al.* (1994), ao contrário do NaOH, o CaO (óxido de cálcio) oferece menores riscos e custos, sendo de fácil estocagem, contudo é considerado um agente de moderado poder hidrolítico.

Segundo Silva *et al.* (2005), a digestibilidade da matéria seca (MS) do bagaço de cana-de-açúcar aumentou de 30 para 60% com a aplicação de 100 litros de solução com 3% de CaO para cada 125 kg de bagaço, após 48 horas do tratamento. Oliveira *et al.* (2006), ao avaliarem a hidrólise da cana-de-açúcar com dois níveis (0,5 e 1,0%) de CaO, verificaram que, com o aumento do nível de CaO, o pH da cana-de-açúcar aumentou, provocando redução dos teores de FDN, MO e PB.

De acordo com Santos *et al.* (2005), a única vantagem da adição de CaO à cana-de-açúcar é a possibilidade de seu armazenamento na forma picada, uma vez que ocorrem perdas de MS tanto na cana-de-açúcar *in natura* quanto na cana tratada com

CaO. Essa perda é menor na cana-de-açúcar tratada com 1,0 ou 1,5% de CaO e armazenada por até dez dias.

Pontes (2007), trabalhando com CaO (0,5 e 1% matéria natural da cana), concluiu que este não melhora o aproveitamento do alimento. Andreatta (2006), Moraes (2008) e Pina (2008), também avaliando o tratamento com até 1% de CaO na matéria natural, não encontraram benefícios no consumo de nutrientes digestíveis e, além disso, observaram redução no desempenho dos animais em relação a cana-de-açúcar *in natura*.

3.8. Silagem de cana-de-açúcar

A ensilagem da cana-de-açúcar se justifica em caso de incêndios acidentais, em situações onde o corte de cana deve ser realizado imediatamente para liberação da área, também para evitar que o canavial seja bisado (passe de uma safra para outra no campo), dificultando a mecanização do corte e, em grandes propriedades, para facilitar o manejo de distribuição da forragem e os tratos culturais do canavial. No entanto, os trabalhos de pesquisas com cana ensilada mostram resultados conflitantes quando avaliado o valor alimentício e nutritivo da cana conservada através do processo de ensilagem.

Pesquisadores têm observado menor desempenho dos animais e altas perdas de qualidade da silagem de cana-de-açúcar em comparação à cana-de-açúcar fresca (SILVESTRE *et al.*, 1976; ALVAREZ *et al.*, 1977; PRESTON *et al.*, 1977; BALIEIRO NETO *et al.*, 2007) .

Segundo Preston *et al.* (1977), os principais problemas na silagem de cana-de-açúcar são causados pela fermentação alcoólica e não pela produção de ácido acético. Os autores observaram 5,5% de álcool na matéria seca da silagem de cana-de-açúcar produzida sem o uso de aditivos, levando-os a concluir que a principal alteração na composição bromatológica da cana após a ensilagem sem a utilização de aditivos foi à conversão de sacarose em álcool. Valores de etanol próximos aos encontrados por Preston *et al.* (1977) foram relatados por Castrillón *et al.* (1978) em silagem de cana sem uso de aditivos, observaram níveis de etanol de 5,10%.

Kung Jr. e Stanley (1982) compararam o valor nutritivo das silagens de cana-de-açúcar em três idades de crescimento vegetativo (6,12 e 24 meses) com o valor nutritivo da silagem de milho, através de ensaios de digestibilidade *in vivo* em ovinos. Os consumos voluntários das silagens de cana-de-açúcar foram inferiores ao observado

para a silagem de milho. Os animais alimentados com silagem de milho apresentaram consumo voluntário de 1,75% do peso vivo, enquanto os consumos das silagens de cana foram de 0,93, 0,61 e 0,63% do peso vivo, para as silagens confeccionadas com cana de 6, 12 e 24 meses de desenvolvimento. Quanto à concentração de nutrientes digestíveis totais nas silagens de cana, os autores observaram queda à medida que a cana avançou no seu estágio de maturação, explicado provavelmente, pelo aumento nos teores de sacarose que se transformaram em etanol, sobrando apenas a fração fibrosa, cuja qualidade reduz à medida que a cana-de-açúcar avança no seu estado de maturação.

Alvarez *et al.* (1977) observaram concentrações médias de ácido láctico e ácido acético na matéria seca de silagem de cana-de-açúcar aos 14 meses de desenvolvimento vegetativo dentro dos valores encontrados por Kung Jr. e Stanley (1982). Os valores registrados por Alvarez *et al.* (1977) foram de 4,41% de ácido láctico e 1,23% de ácido acético na matéria seca da silagem. No entanto, os dados de Alvarez *et al.* (1977) e de Kung Jr. e Stanley (1982) apresentam teores de ácido láctico inferiores ao adequado (6 a 8%, segundo Roth e Undersander (1995), citados por Vilela, 1998), para garantir uma boa conservação de forragem através do processo de ensilagem.

Alli *et al.* (1982) observaram reduções nos níveis de sacarose na matéria seca da cana de 52,3% para 3,64%, com concomitante produção de etanol que atingiu a concentração de 8,86% na matéria seca da silagem de cana-de-açúcar ensilada sem aditivos. Neste mesmo experimento, os autores observaram níveis de ácido acético, láctico e butírico de 1,04, 1,93 e 0%, respectivamente. A fermentação de sacarose a etanol e gás carbônico, que posteriormente são volatilizados, pode ocasionar aumento da proporção de constituintes da parede celular reduzindo o valor nutritivo da cana-de-açúcar (Nussio *et al.*, 2003).

Evangelista *et al.* (2003), avaliando o perfil de fermentação em silagem de cana-de-açúcar, observaram elevação do teor de FDN de 55,6 para 75,6% após 50 dias de fermentação. Castro Neto *et al.* (2003) também verificaram elevação dos teores de FDN de 55,1 para 72,9% na cana-de-açúcar ensilada sem aditivos.

A perda de matéria seca durante a fermentação encontrada por Freitas *et al.* (2004) foi de 31,09% e por Pedroso *et al.* (2005), de 29,2%. Essas perdas estão associadas ao alto teor de carboidratos solúveis e à grande população de leveduras que promovem fermentação alcoólica e alta produção de CO₂.

O uso de aditivos, com o objetivo de obter melhor padrão de fermentação e melhor conservação de silagens, é prática bastante difundida em países de pecuária

avançada. Trabalhos desenvolvidos no Brasil indicaram que diversos aditivos apresentam potencial de uso com vistas ao controle da produção de etanol em silagens de cana-de-açúcar (PEDROSO, 2003).

Segundo McDonald *et al.* (1991), os aditivos para silagem podem ser classificados em cinco categorias principais: estimulantes da fermentação, que agem por meio da adição de culturas bacterianas ou fontes de carboidratos; inibidores da fermentação, que agem inibindo parcial ou totalmente a fermentação; inibidores da deterioração aeróbia, que agem principalmente controlando a deterioração da silagem exposta ao ar; nutrientes, que são adicionados no material para melhorar o valor nutritivo da silagem; e absorventes, que são adicionados principalmente nas forragens com baixo teor de MS para reduzir perdas de nutrientes por efluentes e diminuir a poluição ambiental.

Santos (2004) avaliou características bromatológicas e a degradabilidade *in situ* da cana-de-açúcar com diferentes aditivos em duas idades de corte, antes e depois do processo da ensilagem. Os cortes foram efetuados aos 11 e 24 meses e os aditivos utilizados foram 1% de ureia, 8% de MDPS, 0,5% de mineral e 1% da mistura ureia + sulfato de amônio, este último adicionado apenas na cana *in natura*. Os autores observaram aumento de 25,19% na produção de matéria seca da cana-de-açúcar dos 11 aos 24 meses de idade de corte. O tratamento cana *in natura* adicionada com 1% da mistura ureia + sulfato de amônio resultou em melhores valores bromatológicos e de degradabilidade da matéria seca em relação aos outros tratamentos. O material ensilado, quando aditivado, apresentou melhoria nos teores de PB, FDN, FDA. A degradabilidade da matéria seca das silagens não foi afetada pela idade de corte, tendo diferenças significativas apenas entre os tratamentos utilizados. De acordo com o trabalho de Santos (2004), qualquer dos aditivos tem potencial de melhoria no processo de ensilagem da cana.

Substâncias fortemente alcalinas também modificam o processo de fermentação das silagens. Silagens de cana-de-açúcar tratadas com 3 a 4% de NaOH apresentaram melhor composição bromatológica, redução acentuada na produção de etanol (5,2 para 0,9% da MS), maior teor de ácido lático e maior digestibilidade da MS e resultaram em maior consumo e ganho de peso em comparação com as silagens produzidas sem aditivos (CASTRILLÓN *et al.*, 1978)

A utilização de NaOH como aditivo para a ensilagem de cana-de-açúcar foi avaliada por Alcántara *et al.* (1989). Estes autores avaliaram a digestibilidade e o

consumo voluntário de silagens de cana com 3% de NaOH na matéria seca e sem NaOH, em comparação com a cana fresca, por meio de um ensaio de digestibilidade com ovinos. Os autores observaram maior consumo voluntário de matéria seca para aqueles animais alimentados com cana ensilada com NaOH, e que o menor consumo foi registrado para a silagem de cana sem aditivo. A cana cortada e fornecida fresca, ou seja, sem ser ensilada, apresentou consumo intermediário. A digestibilidade na dieta à base de cana ensilada sem aditivo apresentou valor de digestibilidade inferior aos outros tratamentos que não diferiram entre si. A superioridade dos resultados com silagem que recebeu NaOH em relação à silagem sem aditivo é explicada pelo menor teor de álcool, e maiores teores de ácido lático e açúcares solúveis apresentados pela silagem aditivada.

Pedroso *et al.* (2005) observaram o desaparecimento de 56% de carboidratos solúveis em 15 dias de ensilagem. Castro Neto *et al.* (2003) observaram menor consumo, (12,69%) de carboidratos solúveis em silagens tratadas com aditivos químicos. Mesmo assim, são perdas consideráveis para silagens.

O CaO pode reduzir os constituintes da parede celular por hidrólise alcalina e contribuir para preservação de nutrientes solúveis, por inibir o desenvolvimento de leveduras que atuam sobre a massa ensilada, amenizando a perda de valor nutritivo durante a ensilagem e após a abertura do silo. No entanto, resultados de trabalhos científicos com esse produto são escassos e essas presunções precisam ser investigadas.

Cavali (2006) avaliou os efeitos da adição de óxido de cálcio (0, 0,5, 1,0 1,5 e 2,0% na matéria natural) sobre a composição química e as perdas de matéria seca em silagens de cana-de-açúcar. Das variáveis, apenas lignina, proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) e carboidratos solúveis em água (CS) não foram influenciados pelos níveis de cal nas silagens. O teor de matéria seca (MS) e o pH aumentaram linearmente com a adição de níveis de cal. Já os teores de matéria orgânica, hemicelulose (HEM) e proteína bruta (PB) decresceram linearmente com os níveis de cal. A DIVMS e o teor de nitrogênio amoniacal (N-NH³) ajustaram-se aos modelos quadráticos, estimando-se valores máximos de 80,1 e 9,8% para os níveis de 1,8 e 0,77% de cal, respectivamente. A produção de efluente e a recuperação de MS (RMS) da massa ensilada decresceram e aumentaram linearmente com a adição de cal, respectivamente. Observou-se população mais elevada de bactérias acidoláticas (BAL) na silagem tratada com 1,5% de cal, assim como menor população de mofo e leveduras. A adição da cal proporcionou valores de degradabilidade da fração solúvel da MS acima de 50%, além de menores valores para a fração indegradável da FDN.

Resultados semelhantes foram observados por Balieiro Neto *et al.* (2007), ao avaliarem os efeitos do óxido de cálcio aplicado no momento da ensilagem nas doses de 0,5, 1 e 2% sobre a composição química de silagens de cana-de-açúcar durante a fermentação e pós-abertura. Antes da ensilagem, doses crescentes de óxido promoveram redução dos teores de FDN, FDA e lignina e aumento da hemicelulose e da DIVMS, conforme dados já descritos. No momento da abertura dos silos, os teores de FDN e FDA foram superiores aos observados antes da ensilagem e menores nas silagens com doses mais altas de aditivo. A utilização de óxido de cálcio nas doses de 0,5 e 1% não foi eficiente em reduzir o consumo de carboidratos não fibrosos durante a fermentação, uma vez que apenas a dose de 2% do aditivo aumentou a recuperação de carboidratos não fibrosos na abertura do silo. A utilização do aditivo promoveu redução nos teores de fibra, aumento de digestibilidade e incremento da preservação de carboidratos não fibrosos após a abertura do silo. O aditivo a 1% foi capaz de aumentar a digestibilidade, reduzir os constituintes da parede celular, manter teores de FDN e hemicelulose após abertura do silo e promover maior estabilidade da composição química e melhor qualidade da silagem (Tabela 18).

Tabela 18 – Teores médios de FDA (%MS) de silagens de cana-de-açúcar tratadas com diferentes níveis de óxido de cálcio

	Óxido de Cálcio		Momento da Avaliação		
	Ensilagem	Abertura	3 dias	6 dias	9 dias
Controle	43,96Aa	47,92Aa	49,33Aa	44,05Aa	41,46Abc
0,5	38,67Cab	42,00Cab	51,11Aba	47,68ABCa	53,80Aa
1	33,55Bb	45,89Aa	47,27Aa	44,14Aa	50,00Aab
2	25,14Cc	36,52Ab	38,77Ab	36,62ABb	35,19Bc

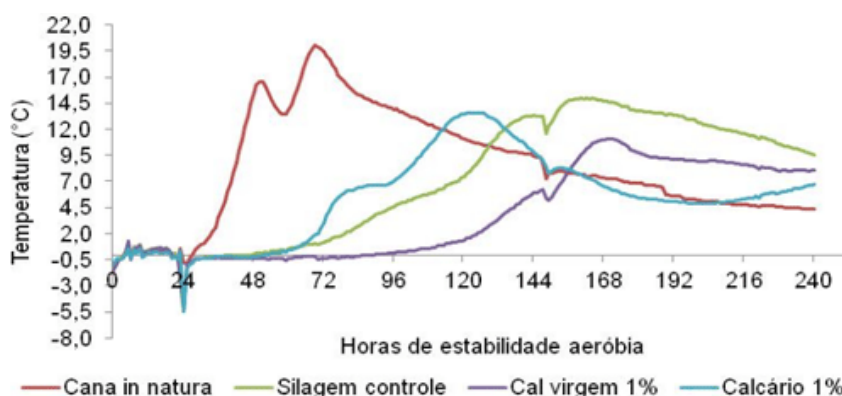
Fonte: Balieiro Neto *et al.* (2007).

Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas diferem ($P < 0,05$), pelo teste Tukey.

Após a abertura dos silos ou a exposição de alimento úmido aos efeitos do oxigênio presente no ambiente, se estabelece um quadro de alterações microbiológicas e químicas, no qual bactérias aeróbias, fungos filamentosos e leveduras oxidam componentes solúveis e produtos da fermentação da silagem, substâncias geralmente encontradas em concentrações elevadas na cana-de-açúcar in natura e em sua silagem, respectivamente. Assim, de acordo com Santos (2007), verificou-se que a atividade microbiana resultou em aumento nos valores de pH, do aquecimento da massa de forragem, das alterações no valor nutritivo e das perdas de matéria seca durante o período pós-abertura.

A deterioração da massa de forragem está associada aos picos termais, sendo que, com dois a três dias de exposição aeróbia, pode ocorrer o primeiro pico, tendo este sido atribuído às leveduras, enquanto de três a quatro dias mais tarde ocorre o segundo pico termal, sendo este atribuído aos fungos filamentosos (McDONALD *et al.*, 1991).

De acordo com Amaral (2007), o monitoramento da temperatura permite, de forma indireta, avaliar a intensidade do desenvolvimento de microrganismos espoliadores durante o período de exposição aeróbia da massa de forragem. Este pesquisador, ao trabalhar com aditivos químicos, mensurou a temperatura em menor espaço de tempo (intervalos de uma hora) e observou que para todos os tratamentos houve picos de temperatura pelo menos em dois momentos e, possivelmente, esta ocorrência pode estar associada ao desenvolvimento de diferentes grupos de microrganismos deterioradores (Figura 2).

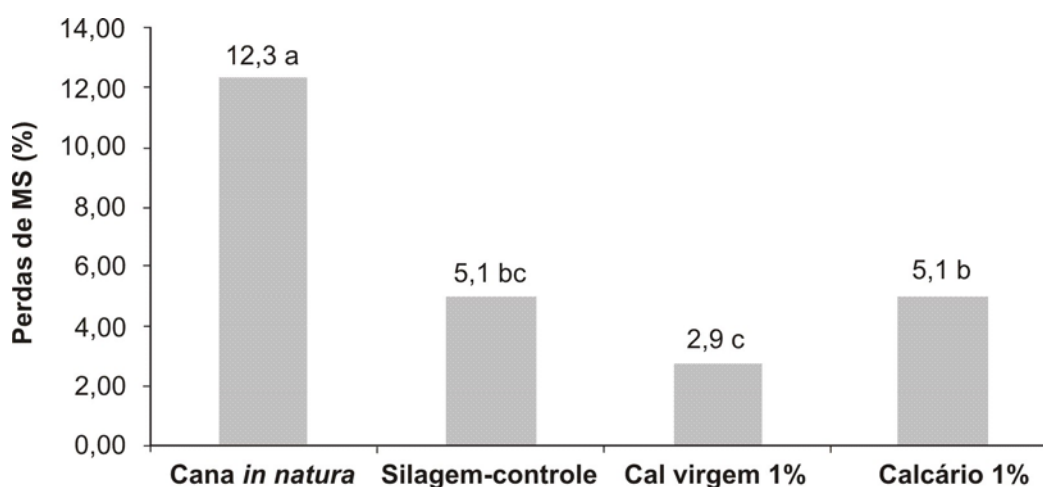


Fonte: Amaral (2007).

Figura 2 – Temperatura alcançada acima da temperatura ambiente e quebra de estabilidade (2 °C) dos volumosos ao longo das horas de exposição aeróbia.

Entre os volumosos, pode-se observar que a cana-de-açúcar *in natura* teve sua quebra de estabilidade antecipada diante das silagens, ao passo que a silagem tratada com 1% de cal virgem teve sua quebra de estabilidade mais tardia. A quebra de estabilidade antecipada da cana-de-açúcar *in natura* era esperada, visto a superioridade de carboidratos solúveis presente na forragem frente às silagens, o que, provavelmente, possibilitou maior intensidade e em menor tempo, a atividade de leveduras e os fungos filamentosos. O motivo para a silagem tratada com 1 % de cal virgem ter apresentado maior estabilidade aeróbia, pode estar relacionado ao seu padrão fermentativo, tendo em vista a maior presença nestas de ácidos orgânicos fracos (ácido acético e butírico), o que possibilitou o controle da deterioração aeróbica.

Ainda no mesmo trabalho, com relação às perdas de matéria seca, durante os cinco primeiros dias de exposição aeróbia da cana-de-açúcar *in natura* e das silagens, verificou-se que durante este período, a silagem tratada com 1% de cal virgem apresentou menores perdas de matéria seca. Possivelmente, os efeitos do período fermentativo nesta silagem, como alta concentração de ácidos orgânicos e a efetividade do aditivo em manter o pH constante ao longo do tempo de exposição aeróbia, atuaram de forma a inibir o desenvolvimento de microrganismos aeróbios, traduzindo em menores perdas de matéria seca. Os dados são apresentados na Figura 3.



Fonte: Amaral (2007).

Figura 3 – Perdas de matéria seca mensuradas durante os cinco primeiros dias de exposição aeróbia dos volumosos.

Pontes (2007), ao trabalhar com silagens de cana-de-açúcar adicionadas ou não de ureia (0 e 0,5% na MN) e, ou, óxido de cálcio (0, 0,5 e 1% na MN), concluiu que a cal não promove aumento na digestibilidade dos nutrientes e os níveis de ureia estudados não propiciaram respostas consistentes, confirmando a necessidade de mais estudos com relação à confecção de silagem de boa qualidade de cana-de-açúcar.

Santos *et al.* (2008) avaliaram os aditivos em silagens-controle (sem aditivo), *L. buchneri*, óxido e carbonato de cálcio, em doses de 1,0 e 1,5% da massa verde e sulfato de cálcio a 1,0% da massa verde. As menores perdas fermentativas e gasosas foram observadas nas silagens com óxido ou carbonato de cálcio, que resultaram em maior taxa de recuperação de matéria seca. A ensilagem de cana-de-açúcar com *L. buchneri* e sulfato de cálcio possibilitou o desempenho similar ao determinado com a

silagem sem aditivos. Silagens tratadas com carbonato e óxido de cálcio apresentaram maior desempenho durante o processo fermentativo (Tabela 19).

Tabela 19 – Perdas e produção de efluente das silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e microbianos

Tratamento	Perdas Totais (% MS)
Controle	34,31a
<i>L. buchneri</i>	35,78a
CaO 1,0%	16,90bc
CaO 1,5%	15,90c
CaCO ₃ 1,0%	20,00bc
CaCO ₃ 1,5%	21,00b
Ca(SO ₄) ₂ 1,0%	34,10a

Fonte: Santos *et al.* (2008).

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem ($P < 0,05$) entre si. As doses dos aditivos químicos estão expressas com base na matéria verde; *L. buchneri* = 2 g do produto comercial/t de MV.

Outro a aditivo que vem sendo testado na ensilagem da cana-de-açúcar é a ureia, pois esta, quando em contato com a forragem ensilada, é hidrolisada a amônia, que tem efeito inibidor sobre a população de leveduras e mofos e tem se mostrado capaz de reduzir a produção de etanol e as perdas de MS e de CHO's em silagem de cana-de-açúcar (ALLI *et al.*, 1983). Em pesquisas realizadas por Lima *et al.* (2002) e Molina *et al.* (2002), níveis de 0,5 a 1,5% de ureia propiciaram bom padrão de fermentação e melhor composição bromatológica, com teores mais elevados de MS associados às menores concentrações de fibra FDA e FDN.

Alguns produtos químicos utilizados como conservantes na indústria alimentícia também têm sido testados como aditivos para silagem. Os ácidos sórbico e benzóico inibiram o crescimento de leveduras em testes de laboratório (WOOLFORD, 1975) e o benzoato de sódio melhorou a conservação de silagens de capim emurchecido, promovendo redução no número de leveduras e diminuição na perda de CHO's das silagens quando expostas ao ar (LÄTTEMÄE; LINGVALL, 1996, citados por PEDROSO *et al.* (2007)).

Pedroso (2003) avaliou o benzoato de sódio e o sorbato de potássio, que apresentaram efeitos variáveis em dois ensaios de laboratório. No primeiro ensaio, a aplicação do benzoato, apesar de não ter sido capaz de reduzir significativamente a concentração de etanol e as perdas de matéria seca, resultou em silagem com maior

digestibilidade, enquanto o sorbato (0,03% da forragem verde) reduziu a perda total de matéria seca. No segundo ensaio, constatou-se que o tratamento com benzoato (0,1% da forragem verde) causou redução na concentração de etanol e na população de leveduras, acompanhada por menor degradação de carboidratos solúveis em relação à silagem controle; o tratamento com sorbato diminuiu a produção de etanol, porém sem redução na perda total de matéria seca e na degradação de carboidratos.

O uso de inoculantes bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar tem promovido resultados variáveis. A inoculação da bactéria homoláctica *Lactobacillus plantarum* tem ocasionado elevação nas perdas de MS e na produção de etanol (FREITAS *et al.*, 2006), uma vez que o ácido láctico é usado como substrato por leveduras (McDONALD *et al.*, 1991). Inoculantes contendo bactéria heterofermentativa *Lactobacillus buchneri*, que produz ácido acético em detrimento do ácido láctico, têm se mostrado mais eficazes em reduzir a população de leveduras e aumentar a estabilidade aeróbia de silagens de milho e de gramíneas de clima temperado (RANJIT; KUNG JR., 2000). O uso dessa bactéria na ensilagem da cana-de-açúcar resultou em melhor recuperação de MS, redução na produção de etanol e aumento da estabilidade aeróbia das silagens, além de aumento no consumo e no ganho de peso em bovinos (PEDROSO *et al.*, 2006).

Pedroso (2003) observou os efeitos (além do benzoato de sódio e do sorbato de potássio) da adição de ureia, bactérias homolácticas *Lactobacillus plantarum* e bactérias heterofermentativas *Lactobacillus buchneri* à cana ensilada. Nos experimentos desse autor, a aplicação de ureia em níveis entre 0,5 e 1,5% (na base de matéria verde), reduziu a produção de etanol e teve menor perda de matéria seca, associados às menores concentrações de fibra em detergente ácido e de fibra em detergente neutro, em comparação com as silagens de cana com inoculantes contendo bactérias homolácticas. Esses inoculantes mostraram-se prejudiciais ao processo de ensilagem da cana-de-açúcar, estimulando a produção de etanol em vez de controlá-la. Silagens de cana tratadas com bactérias homolácticas apresentaram teor de etanol três vezes maior em relação à silagem sem aditivos (12,5 *versus* 3,8%), elevadas perdas de matéria seca de cana sem aditivos, aumento no teor de fibra e perda de 22,5% do valor da digestibilidade original da cana fresca, corroborando com os resultados McDonald *et al.* (1991). Neste trabalho, os melhores resultados foram alcançados com *Lactobacillus buchneri*, como pode ser observado na Tabela 20.

Tabela 20 – Valores médios de variáveis observadas em dois experimentos, com o uso de aditivos químicos e inoculantes bacterianos em silagens de cana-de-açúcar

Silagem	FDN	Etanol	Perda Gás	Perda Total MS
	(% da MS)			(%)
Sem aditivo	62,0	3,9	8,2	12,5
Ureia (0,5%)	56,9	3,3	6,8	12,4
Benzoato (0,5%)	59,5	2,9	7,8	13,7
Sorbato (0,03%)	60,9	2,4	7,0	11,4
<i>Lactobacillus buchneri</i>	61,3	1,9	7,8	6,6
<i>Lactobacillus plantarum</i>	66,8	8,7	11,4	14,6

Fonte: Pedroso (2003).

Pedroso *et al.* (2007) avaliaram o efeito do tratamento com aditivos químicos (ureia, hidróxido de sódio, benzoato de sódio, sorbato de potássio, propionato de cálcio) e inoculantes bacterianos (*L. plantarum*, *L. buchneri* e a combinação de *L. plantarum* com ureia) no controle da produção de etanol, nas perdas de MS e na qualidade de silagens de cana-de-açúcar e concluíram que apesar do baixo conteúdo em etanol da silagem sem aditivo ter evitado a detecção de efeito dos aditivos na redução do álcool nas silagens, o uso de aditivos constitui ferramenta útil para redução das perdas de MS e obtenção de silagens de cana-de-açúcar com melhor valor nutritivo, como pode ser observado nas Tabelas 21 e 22.

Do mesmo modo, Mendes *et al.* (2008) avaliaram os efeitos da fermentação no valor nutritivo e a capacidade do *Lactobacillus buchneri* em melhorar a estabilidade aeróbia da silagem de cana-de-açúcar. Concluíram que a adição do *Lactobacillus buchneri* melhora a eficiência do processo de ensilagem da cana-de-açúcar, pois reduz as perdas de matéria seca e mantém o pH constante durante o período de aerobiose, promovendo maior estabilidade aeróbia do material ensilado. Neste trabalho também não houve redução do etanol em relação à testemunha (Tabela 23).

Freitas *et al.* (2006), além de avaliarem o efeito de aditivos biológicos, obeservaram também o comportamento da silagem de cana com a adição de 10% de resíduo de colheita de soja, com base no peso verde da cana. Os autores mencionaram que associação do resíduo da colheita de soja à cana-de-açúcar para ensilagem proporcionou melhor qualidade nutritiva, com menores perdas de MS e carboidratos solúveis, principalmente na forma de gases e, conseqüentemente, menor acúmulo dos componentes da parede celular, além de redução na DIVMS da forragem. Por outro

Tabela 21 – Parâmetros de fermentação, digestibilidade e perdas em silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e inoculantes bacterianos

Tratamento	PH	Etanol	Perda de gases	Perda Total de MS	DIVMS	Efluente (kg/t)
	-----	% MS -----	-----	----- % -----	-----	
Sem aditivo	3,69 de	3,82 c	10,3 ab	18,2 ab	45,4 e	15,1 e
UR 0,5%	3,67 de	4,20 c	8,10 bc	12,2 cd	50,3 cd	28,5 ab
UR 1,0%	3,72 de	4,09 c	8,56 bc	7,59 d	50,2 cd	32,2 a
UR 1,5%	3,83 d	3,47 c	11,9 ab	6,56 d	49,3 cd	26,0 ab
NaOH 1%	4,31 c	2,44 c	6,85 bc	8,91 d	54,8 b	6,53 d
NaOH 2%	5,08 b	2,40 c	4,78 c	11,7 cd	65,4 a	5,98 d
NaOH 3%	5,78 a	2,44 c	4,93 c	12,1 cd	67,3 a	6,41 d
BENZ 0,05%	3,60 de	3,70 c	9,6 bc	18,1 ab	48,2 d	22,8 b
BENZ 0,1%	3,66 de	2,52 c	9,83 b	16,9 b	49,8 cd	26,9 ab
BENZ 0,2%	3,83 d	2,03 c	5,94 bc	14,0 bc	51,8 c	25,8 b
PROP 0,05%	3,68 de	6,81 bc	12,2 ab	13,6 bc	45,7 de	25,0 b
PROP 0,1%	3,65 de	7,30 b	12,1 ab	20,1 ab	44,4 e	28,7 ab
PROP 0,2%	3,71 de	4,77 bc	10,3 ab	15,8 bc	46,0 de	23,1 b
SORB 0,015%	3,68 de	3,05 c	12,7 ab	15,4 bc	47,1 de	14,8 c
SORB 0,03%	3,71 de	1,79 c	7,75 bc	11,2 cd	48,1 de	11,4 cd
SORB 0,045%	3,59 de	2,87 c	8,17 bc	17,0 b	50,6 cd	21,6 bc
BUCH	3,52 e	1,95 c	8,93 bc	8,05 d	48,0 de	22,8 b
PLA	3,58 de	12,5 a	14,8 a	21,5 a	41,2 f	29,9 ab
PLA/UR 0,5%	3,74 de	6,17 bc	13,7 ab	12,7 c	45,6 de	26,3 ab
PLA/UR 1,0%	3,71 de	6,29 bc	10,1 b	11,4 cd	45,3 e	14,8 c

Fonte: Pedroso *et al.* (2007).

¹ Média das observações aos 90 e 180 dias de ensilagem; e ² Tipo de aditivo utilizado na ensilagem (doses com base na matéria natural): sem aditivo; UR = ureia 0,5, 1,0 e 1,5%; NaOH = hidróxido de sódio 1,0, 2,0 e 3,0%; BENZ = benzoato de sódio 0,05, 0,1 e 0,2%; PROP = propionato de cálcio 0,05, 0,1 e 0,2%; SORB = sorbato de potássio 0,015, 0,03 e 0,045%; BUCH = *L. buchneri* 3,64 x 10⁵ ufc/g; PLA = *L. plantarum* 1 x 10⁶ ufc/g; PLA/UR = *L. plantarum* com 0,5 ou 1,0% de ureia; e DIVMS = digestibilidade *in vitro* da MS.

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (P < 0,05).

Tabela 22 – Composição química de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e inoculantes bacterianos

Tratamento ²	MS Final (%)	PB	FDN	FDA	Lignina	Cinzas
		% MS				
Sem aditivo	25,4d	4,34 ef	64,5 b	44,3bc	7,86c	6,97c
UR 0,5%	26,7c	9,87d	57,7cd	39,7d	7,03d	6,07d
UR 1,0%	27,3bc	16,6b	58,2cd	39,9d	7,14d	6,01d
UR 1,5%	26,4c	22,7a	56,8d	40,6d	7,55cd	5,50de
NaOH 1%	27,5bc	3,89fg	55,4d	40,8d	7,04d	9,12b
NaOH 2%	27,3bc	2,87g	47,3e	36,7e	5,94e	11,0a
NaOH 3%	29,2 ^a	2,82g	44,8e	36,4e	5,91e	11,2a
BENZ 0,05%	26,0cd	3,91fg	60,9c	41,8cd	7,40cd	6,13d
BENZ 0,1%	26,5c	3,64fg	60,0cd	41,5cd	7,22d	5,49de
BENZ 0,2%	27,5bc	3,36fg	57,1d	41,0cd	7,10d	5,28e
PROP 0,05%	25,1d	4,43ef	63,7bc	43,8bc	7,92bc	6,81cd
PROP 0,1%	24,8d	4,34ef	65,8ab	45,3bc	8,31bc	6,44cd
PROP 0,2%	26,4c	3,84fg	63,8bc	44,1bc	7,98bc	6,80cd
SORB 0,015%	28,0b	4,00f	62,7bc	43,1c	7,51cd	6,95c
SORB 0,03%	28,8ab	4,19ef	61,6bc	42,8cd	7,38cd	6,83cd
SORB 0,045%	26,1cd	3,64fg	59,5cd	40,3d	6,94d	5,46de
BUCH	26,5c	4,09ef	60,6c	41,0cd	7,38cd	5,91de
PLA	23,7e	5,14e	68,9a	48,7a	9,19a	6,61cd
PLA/UR 0,5%	24,5de	10,9d	63,6bc	45,4b	8,25bc	6,26cd
PLA/UR 1,0%	26,4c	15,4c	62,8bc	45,7b	8,50b	6,65cd

Fonte: Pedroso *et al.* (2007).

¹ Média das observações aos 90 e 180 dias de ensilagem; ² Tipo de aditivo utilizado na ensilagem (doses com base na matéria natural): sem aditivo; UR = ureia 0,5, 1,0 e 1,5%; NaOH = hidróxido de sódio 1,0, 2,0 e 3,0%; BENZ = benzoato de sódio 0,05, 0,1 e 0,2%; PROP = propionato de cálcio 0,05, 0,1 e 0,2%; SORB = sorbato de potássio 0,015, 0,03 e 0,045%; BUCH = *L. buchneri* 3,64 x 10⁵ ufc/g; PLA = *L. plantarum* 1 x 10⁶ ufc/g; PLA/UR = *L. plantarum* com 0,5 ou 1,0% de ureia; e DIVMS = digestibilidade *in vitro* da MS.

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (P < 0,05).

lado, não recomendam a utilização dos inoculantes *L. plantarum* e *L. buchneri* na ensilagem da cana-de-açúcar, pois nenhuma melhoria foi observada na composição química ou no perfil de fermentação das silagens (Tabela 24).

Schmidt *et al.* (2007) avaliaram cinco silagens: cana-de-açúcar sem aditivos; cana-de-açúcar + 0,5% ureia; cana-de-açúcar + 0,1% de benzoato de sódio; cana-de-açúcar inoculada com *Lactobacillus plantarum* (1 x 10⁶ ufc/g MV); cana-de-açúcar inoculada com *L. buchneri* (3,6 x 10⁵ ufc/g forragem), quanto ao comportamento ingestivo em bovinos da raça nelore e não observou efeito dos aditivos nos tratamentos.

Tabela 23 – Composição da cana-de-açúcar *in natura* e das silagens experimentais (%MS)

Componente	Cana-de-Açúcar <i>in natura</i>	Silagem de Cana-de-Açúcar sem Aditivo	Silagem de Cana-de-Açúcar + <i>Lactobacillus</i> <i>buchneri</i>	CV ¹
Matéria seca	28,1 a	21,7b	26,6 a	5,53
Proteína bruta	4,09	3,93	4,07	1,52
Fibra em detergente neutro	49,9 a	62,5b	69,4b	5,34
Fibra em detergente ácido	28,9 a	42,8b	46,3b	6,64
Hemicelulose	21,0	19,7	23,1	5,98
Etanol	Nd ²	3,2	2,8	22,43
Carboidratos solúveis	50,1 a	4,5b	5,4c	14,23
Ácido acético	Nd ²	4,1b	5,7c	27,31

Fonte: Mendes *et al.* (2008).

¹ Coeficiente de variação; e ² Não determinado.

a,b,c Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem (P < 0,01), pelo teste Tukey.

Tabela 24 – Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e carboidratos solúveis (CS) do material original e das silagens de cana-de-açúcar, de acordo com os tratamentos

Tratamento	MS (%)	Material Original			
		% da MS			
		PB	FDN	FDA	CS
Controle	28,6	2,6	36,2	23,6	59,9
<i>L. plantarum</i>	28,0	2,5	35,9	23,8	59,7
<i>L. buchneri</i>	27,7	2,4	36,0	23,5	59,9
<i>L. plantarum</i> + resíduo	33,2	10,4	35,7	23,3	49,6
<i>L. buchneri</i> + resíduo	33,0	10,3	35,2	23,5	49,4
Resíduo	34,3	10,2	35,3	23,2	48,9

Tratamento	MS (%)	Silagem			
		% da MS			
		PB	FDN	FDA	CS
Controle	21,4 b	3,4 b	60,3 b	38,7 b	6,4 b
<i>L. plantarum</i>	20,0 b	3,4 b	64,5 a	42,7 a	5,6 b
<i>L. buchneri</i>	20,7 b	3,3 b	64,7 a	43,3 a	4,8 b
<i>L. plantarum</i> + resíduo	28,2 a	10,7 a	50,4 c	32,2 c	7,0 b
<i>L. buchneri</i> + resíduo	28,1 a	11,9 a	54,5 c	34,8 c	6,0 b
Resíduo	28,0 a	12,1 a	52,5 c	34,4 c	9,8 a
CV (%)	4,1	11,8	3,9	5,1	17,9

Fonte: Freitas *et al.* (2007)

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem (P < 0,05), pelo teste Tukey.

L. plantarum 1 x 10⁶ ufc/g (cfu/g); *L. buchneri* 5 x 10⁴ ufc/g (cfu/g).

Souza *et al.* (2008), avaliando ureia (1% na matéria verde) e os inoculantes microbianos comercial (*Lactobacillus buchneri* – cepa NCIMB 40788) e um inoculante não comercial contendo a combinação de bactérias homo e heteroláticas (*Pediococcus pentosissus* e *Lactobacillus buchneri* (1×10^6 ufc/g de massa verde)), encontraram resultado positivo na adição da ureia e do aditivo *Lactobacillus buchneri* + *Pediococcus*, na redução da produção de etanol (1,30 e 2,75% *versus* 8,27% na silagem controle), as perdas de matéria seca (47 e 60%) e também aumento na digestibilidade *in vitro*. Por outro lado, neste estudo as silagens com *L. buchneri* apresentaram maior produção de etanol (11,53 *versus* 8,27%, silagem-controle), o que refletiu em perdas significativas e baixa recuperação de matéria seca, além de baixa digestibilidade pela perda de carboidratos solúveis e pelo acúmulo de FDN, que foram similares aos das silagens sem aditivo.

Valadares Filho *et al.* (2008) realizaram uma compilação de 26 trabalhos com composição da silagem de cana-de-açúcar com e sem aditivos. Segundo os autores, ocorre uma grande variedade de aditivos empregados na ensilagem de cana-de-açúcar. Neste trabalho, observou-se redução de 6,09% no percentual de FDN da ensilagem tratada em relação à não tratada, refletidos também no decréscimo de celulose (3,7%) e hemicelulose (3,25%). O valor da DIVMS aumentou em 3,34%, tendo sido também observados aumentos nos teores de carboidratos solúveis e amônia, evidenciando maior controle de perdas por efluentes para a silagem tratada em relação à não tratada. Há um controle da produção de etanol pela silagem tratada, sendo seu valor médio reduzido de 8,21% em silagens não tratada, para 6,13% em silagem tratada.

Valeriano *et al.* (2009) avaliaram o efeito de aditivos microbianos com bactérias heterofermentativas ou homofermentativas sobre as características de silagens de cana-de-açúcar. A cana-de-açúcar foi inoculada com as bactérias *Lactobacillus plantarum*, *L. paracasei*, *L. brevis* e *L. buchneri*, isoladas da silagem de cana-de-açúcar, e três inoculantes comerciais, dois contendo *L. buchneri* (inoculantes comerciais) e um, *L. plantarum* (inoculante comercial), e avaliada em comparação a uma silagem-controle (sem inoculante). A silagem contendo a bactéria *L. plantarum* apresentou maior teor de MS (32,6%), contrariando dados anteriores, enquanto, para os outros inoculantes, não houve diferença, com média de 28,4%.

As Tabelas 25 e 26 mostram revisão feita por Zopollatto *et al.* (2009), em que foram considerados 14 trabalhos utilizando os aditivos biológicos *Lactobacillus buchneri* e bactérias homofermentativas em cana-de-açúcar de 1999 a 2009, onde observou-se variação dos materiais trabalhados, o que pode influenciar nos resultados e

Tabela 25 – Variações no valor nutritivo de silagens de cana-de-açúcar encontradas nos artigos avaliados

Parâmetro	N	Média	Mínimo	Máximo
MS (%)	26	25,1	19,3	34,1
PB (%)	26	3,2	1,7	5,1
FDN (% MS)	26	65,1	49,1	75,3
FDA (% MS)	23	42,5	34,6	48,7
CEL (% MS)	3	35,5	34,5	36,6
HEM (% MS)	11	24,7	19,7	30,5
LIG (% MS)	11	7,2	5	9,8
CNF (% MS)	3	18,9	14,9	24,9

Fonte: adaptado de Zopollatto *et al.* (2009).

n = número de dados que geraram as médias; MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; FB = fibra bruta; MM = matéria mineral; ENN = extrativos não nitrogenados; EE = extrato etéreo; FDN = fibra insolúvel em detergente neutro; FDA = fibra insolúvel em detergente ácido; CEL = celulose; HEM = hemicelulose; CHO = carboidratos; LIG = lignina; NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido; e CNF = carboidratos não fibrosos.

* Valores em porcentagem de FDN.

Tabela 26 – Variações nos parâmetros fermentativos de silagens de cana-de-açúcar encontradas nos artigos avaliados

Parâmetro	n	Média	Mínimo	Máximo
pH	25	3,4	2,7	3,8
Etanol (% MS)	19	7,8	0,3	21,8
Acético (% MS)	14	4,0	1,6	9,3
Propiônico (% MS)	9	0,7	0,2	1,9
Butírico (% MS)	6	0,1	0,0	0,1
Lático (% MS)	12	3,3	0,8	6,3
N-NH ₃ (% N total)	12	6,4	1,8	14,3
Perdas de MS (%)	6	24,6	8,1	35,2
Perdas gases (% MS)	9	17,6	8,9	31,2
Perda de efluente (kg/t MV)	9	47,2	15,1	84,9

Fonte: Zopollatto *et al.* (2009).

N = número de dados que geraram as médias; e N-NH₃ = nitrogênio amoniacal; e BAL = bactérias ácido lácticas.

na mostra uma média de perda de MS em torno de 24 %, o que ainda é considerável. Na mesma revisão, os autores relataram elevada frequência de respostas favoráveis nos diversos tratamentos com aditivos biológicos.

3.9. Bagaço de cana-de-açúcar

O bagaço de cana-de-açúcar, resultado da extração do caldo após esmagamento nas moendas, é o maior resíduo da agroindústria brasileira. Segundo Burgi (1995), de cada tonelada de cana moída na indústria obtêm-se 300 kg de bagaço (50% MS), sendo assim, das 558,72 milhões de toneladas de cana processadas pela indústria no ano (CONAB, 2009), 167,6 milhões de toneladas de bagaço de cana são obtidos. Entre os subprodutos da cana-de-açúcar, o bagaço *in natura* constitui um desafio na alimentação animal, tendo em vista seu baixo valor nutritivo. O bagaço de cana, como os demais materiais fibrosos, é constituído basicamente de lignina, celulose e hemicelulose. A celulose e hemicelulose estão aglutinadas em um arranjo sistemático incrustado por lignina (VALADARES FILHO *et al.*, 2008). Embora as enzimas presentes no rúmen tenham a capacidade de hidrolisar a celulose, há, entretanto, grande dificuldade das mesmas aos pontos em que é possível a ruptura do polímero celulósico (MANGNANI, 1985).

Apesar do baixo valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar ele é utilizado como fonte de fibra para estimular a motilidade ruminal e melhorar o tamponamento do rúmen em dieta com alta proporção de concentrado. Desse modo, sua utilização pode ser economicamente viável mesmo em dietas de alta densidade energética, pois geralmente este tipo de alimentação proporciona alto desempenho animal (VALADARES FILHO *et al.*, 2008).

Burgi (1985) relata que a viabilidade de utilização requer o desenvolvimento de métodos de tratamento que promovam o rompimento da estrutura de sua fração fibrosa, para torná-lo mais digestível, ou seja, mais acessível às enzimas presentes no rúmen. Os tratamentos químicos e físicos utilizados para melhorar a qualidade do bagaço de cana-de-açúcar visam eliminar ou diminuir os efeitos prejudiciais da lignina sobre a degradação de compostos celulósicos pelos microrganismos do rúmen, promovendo a ruptura das complexas ligações químicas daquele componente com a celulose e hemicelulose, disponibilizando o material, teoricamente, para adesão da população microbiana e ataque enzimático fibrolítica (VAN SOEST, 1994).

Resultados encontrados por Nogueira Filho *et al.* (2005), mostraram que os tratamentos químicos e físicos do bagaço de cana interferiram no grau de colonização da fauna e no pH ruminal, interferindo no seu aproveitamento pelos ruminantes.

Dentre os métodos existentes, os que são usados em maior escala, destacam-se os tratamentos químicos com hidróxido de sódio, amônia e ureia e o tratamento físico com vapor sob pressão.

Segundo Pires *et al.* (2006), o valor nutritivo do bagaço de cana é melhorado com a adição de NaOH, comprovado pela redução nos constituintes da parede celular e pelo aumento na DIVMS. Embora seja um dos tratamentos químicos mais utilizados (MATTOS, 1987), apresenta uma série de limitações: o efeito da diluição sobre a população de microrganismos, devido à intensa ingestão de água, provoca uma menor eficiência na degradação da fibra, o aumento da velocidade de passagem do alimento, refletindo no decréscimo do tempo de retenção no rúmen, o aumento de excreção urinária eliminando assim o excesso de sódio ingerido, o qual pode resultar em acúmulo no solo, e influi negativamente, no balanço mineral, aumentando a absorção do Na pela parede celular no rúmen e diminuindo as atividades das bactérias celulolíticas, proporcionando assim um decréscimo na digestão das fibras potencialmente digestíveis no rúmen (TEIXEIRA, 1990).

Já o tratamento com amônia preenche a maior parte dos requisitos anteriormente citados, promovendo ainda, aumento nos teores de nitrogênio não protéico e atuando na fração fibrosa do alimento, causando solubilização de parte da hemicelulose, aumentando, assim, a digestibilidade e o consumo de volumosos de baixa qualidade (GARCIA, 1992), além de atuar como fungistático na conservação do material amonizado (PIRES, 1995).

Freitas *et al.* (2001) concluíram que a amonização mostrou-se eficaz para aumentar a qualidade nutricional do bagaço de cana-de-açúcar. Enquanto Pires *et al.* (2004) verificaram que o bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra apresentou melhoria na degradabilidade da matéria seca, da fibra em detergente neutro e da fibra em detergente ácido.

A ureia também é uma alternativa para o tratamento químico do bagaço por ser considerada produto de alta disponibilidade e menos perigosa à intoxicação humana. Neiva e Garcia (1995) citam que a utilização da ureia como fonte de amônia tem sido estudada por apresentar baixo custo e fácil manuseio. Por outro lado, Reis *et al.* (1995) recomendaram pesquisas no sentido de se avaliar o nível ótimo de adição, o teor de umidade adequado do material a ser amonizado e, principalmente, a necessidade ou não de se adicionar fonte de urease, enzima responsável pela hidrólise da ureia

Para Sarmento *et al.* (1999), a amonização do bagaço utilizando ureia resultou no aumento da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), PB e NIDA e

diminuição da FDN e hemicelulose; entretanto, a MS e a FDA não sofreram alterações. Em relação aos períodos de aeração, observou-se diminuição da PB e aumento de FDN e hemicelulose, enquanto os teores de MS, FDA e NIDA não foram alterados. De acordo com Freitas *et al.* (2001), o tratamento com ureia melhora a qualidade bromatológica do bagaço devido ao aumento do conteúdo de PB e redução no conteúdo de FDN e FDA, assim pode contribuir para a melhoria da digestibilidade da MS do bagaço.

Burgi (1995) cita que o tratamento com vapor sob pressão é o que apresenta resultado mais efetivo em termos de aumento do valor nutritivo. Este tratamento é realizado no recinto da própria indústria devido à disponibilidade do vapor a menor custo, o que equivale a um valor dez vezes mais barato que o tratamento com hidróxido de sódio e seis vezes mais baixo que o tratamento com amônia (3%). As indústrias o têm preferido e adotado em larga escala; o resíduo, neste tratamento, é chamado de bagaço de cana auto-hidrolisando (BAH).

Marcos *et al.* (1984) e Burgi (1985) trataram bagaço de cana com pressão e vapor e, embora os valores de pressão e tempos de tratamento tenham sido diferentes entre si, observaram incremento na DIVMS em relação ao bagaço *in natura*.

Rabelo *et al.* (2008) avaliaram o efeito da utilização do bagaço de cana-de-açúcar *in natura*, obtido pelo método de extração do açúcar por difusão ou moagem convencional como fonte de fibra, associado ao bagaço tratado sob pressão e vapor sobre a digestibilidade dos nutrientes e os parâmetros ruminais de bovinos de corte. Segundo os autores, a utilização do bagaço *in natura* obtido por difusão, mesmo no nível mais elevado, não teve efeito sobre a digestibilidade dos nutrientes da dieta, entretanto provocou redução nos consumos de MS em relação ao bagaço obtido por moagem, sendo este mais recomendado para alimentação animal.

4. CANA-DE-AÇÚCAR NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE

Pate *et al.* (1981) avaliaram o desempenho de novilhos de corte alimentados à base de cana-de-açúcar, variando o nível de concentrado na dieta de 23 a 80%, obtendo ganhos individuais crescentes e melhoria na conversão alimentar (Tabela 27).

Tabela 27 – Efeito da porcentagem de concentrado na matéria seca de dietas à base de cana-de-açúcar no desempenho de novilhos confinados

Item	Porcentagem de Concentrado na MS			
	23	42	61	80
Peso vivo inicial (kg)	256	255	258	253
Peso vivo final (kg)	401	411	442	442
Ganho de peso vivo (kg/dia)	1,10	1,17	1,38	1,42
Ingestão de MS (kg/dia)	7,15	7,41	8,85	8,81
Ingestão de MS (% do PV)	2,17	2,22	2,52	2,53
Conversão alimentar	8,29	6,89	6,24	5,50
Peso da carcaça (kg)	204	219	246	256
Rendimento de carcaça (%)	50,9	53,3	55,6	59,7

Fonte: Pate (1981).

Hernandez *et al.* (1998) avaliaram o ganho de peso, a ingestão de nutrientes e a conversão alimentar em animais 1/2 Canchim/Nelore e 3/4 Canchim/Nelore, utilizando três variedades de cana-de-açúcar. Ao analisarem o teor de fibra bruta para as variedades RB 806043, RB 72454 e CO 413 encontraram, respectivamente, de 14,78,

19,09 e 23,71%. A dieta contendo a variedade RB 806043 proporcionou ganho de peso superior (1,81 kg/cab/dia), em relação às demais rações, que apresentaram ganhos de 1,75 e 1,52 kg/cab/dia, para as dietas com as variedades RB 72454 e CO 413, respectivamente. Os animais que receberam dieta com a variedade CO 413 apresentaram menor ingestão de matéria seca (7,94 kg MS/dia) que os animais que receberam RB 806043 e RB 72454 (9,17 e 9,20 kg MS/dia, respectivamente). Estes resultados reforçam a importância da escolha da variedade com características mais apropriadas à alimentação animal, como discutido anteriormente.

Rodrigues *et al.* (2002) avaliaram o desempenho em novilhas da raça Canchim recebendo dietas à base de cana-de-açúcar. Foram avaliadas quatro variedades de cana, IAC-86-2480, IAC-87-3184, RB-72-454 e RB-83-5486. Segundo os autores, a escolha dessas variedades seguiu alguns critérios: a IAC-86-2480 foi selecionada e recentemente lançada como variedade para uso forrageiro pelo IAC; a IAC-87-3184 foi utilizada como controle porque foi a variedade que apresentou o pior resultado de digestibilidade *in vitro* na avaliação de 18 materiais feita por Rodrigues *et al.* (2001); a RB-72-454 por ser a variedade mais cultivada atualmente no Brasil com finalidade forrageira; e a RB-83-5486 por ser a variedade que apresentou o melhor resultado no ensaio realizado por Rodrigues *et al.* (2001). As novilhas foram alimentadas com 1,3 kg/dia de concentrado contendo farelo de soja, ureia, sulfato de amônio, calcário calcítico e sal mineralizado. O consumo de matéria seca variou entre 2,7 e 2,79% do peso vivo. Sendo que o melhor resultado foi observado pela dieta contendo IAC-86-2480 (Tabela 28).

Tabela 28 – Peso vivo inicial, média diária de ganho de peso vivo (GDPV) e conversão alimentar (CA) de novilhas alimentadas com dietas contendo quatro variedades de cana de açúcar

Item	Variedades			
	IAC-86-2480	IAC-87-3184	RB-72-454	RB-83-5486
Peso vivo inicial (kg)	215,5	216,3	221,8	222,8
GDPV (kg/cab/dia)	0,89 ^a	0,65 ^c	0,76 ^b	0,82 ^{ab}
CA (kg MS/kg de ganho)	7,64	10,18	9,32	8,70

Adaptada de Rodrigues *et al.* (2002).

^{a,b,c} Médias na mesma linha seguidas de letras diferentes diferem entre si ($p < 0,05$), pelo teste SNK.

A Tabela 29 apresenta a resposta de animais aos quais foi fornecida uma dieta básica de cana + ureia + sulfato de amônio, acrescida de diferentes suplementos em alguns experimentos realizados no Brasil.

Tabela 29 – Resposta de animais em confinamento, recebendo dieta básica de cana + ureia, suplementada com diferentes concentrados

Concentrados (kg)	Ganho Médio de Peso (g/d)	Consumo Médio de Cana (kg MS/100 kg PV)	Número de Experimentos
1,0 farelo arroz	721	2,20	22
1,0 raiz mandioca	410	1,88	2
1,0 milho triturado	462	2,18	5
1,0 sorgo triturado	372	-	1
0,6 farinha de carne	295	1,96	3
0,6 farelo de algodão	500	1,92	4
0,4 farinha sangue	286	1,95	2
0,5 farinha peixe/soja	518	1,94	4
Sem suplementação	131	1,84	16

Fonte: Moreira (1986); citado por Gonçalves et al. (2007).

Vaz e Restle (2005) observaram que os novilhos Hereford alimentados com ração à base de silagem de milho apresentaram maior peso de abate que aqueles recebendo cana-de-açúcar com dietas isonitrogenadas (446 *versus* 421 kg).

Silva *et al.* (2006), trabalhando com novilhos mestiços da raça Nelore confinados, avaliaram diferentes níveis de inclusão de concentrado em dietas com cana-de-açúcar (V:C de 60:40, 40:60 e 20:80) e observaram que o aumento da inclusão de concentrado na dieta promoveu incremento energético na MS, além de proporcionar maior consumo de matéria seca e maior ganho em peso total. Os animais que receberam 60% de concentrado na dieta total apresentaram maior consumo de matéria seca, porém os animais que receberam 80% de concentrado apresentaram maior ganho em peso vivo. O maior consumo da dieta contendo 60% de concentrado em relação ao de 80%, pode ter ocorrido, provavelmente, pelo efeito do alto teor energético da segunda dieta.

Brondani *et al.* (2006), fornecendo ração com silagem de milho ou cana-de-açúcar a novilhos Charoleses confinados, verificaram maior velocidade de crescimento nos animais que receberam aquele ingrediente, atingindo peso de abate de 420 kg aos 88 dias de confinamento. Os novilhos que receberam cana-de-açúcar atingiram este peso somente após 110 dias de confinamento.

Por outro lado, Fernandes *et al.* (2007), em estudo envolvendo animais Canchim alimentados com 40% de cana-de-açúcar ou silagem de milho, não observaram diferença de desempenho (medias de 1,42 e 1,43 kg/dia respectivamente).

Macitelli *et al.* (2007), avaliando o desempenho e o rendimento de carcaça de bovinos de corte quando alimentados com diferentes fontes proteicas (Amiferm, ureia e farelo de soja) e volumosos (pastagem de capim-braquiária, cana-de-açúcar e silagem de milho), sendo as dietas isoproteicas e isoenergéticas, encontraram ganho de peso vivo diário (GPV/dia) dos animais alimentados com cana-de-açúcar (0,83 kg) iguais aos mantidos em pastagem (0,82 kg), mas ambos foram menores que dos animais alimentados com silagem de milho (1,09 kg).

Valadares Filho *et al.* (2008), em revisão de literatura contendo 48 trabalhos, observaram que o consumo de matéria seca médio em %PV foi de 2,19% e o desempenho médio de 0,78 kg/dia. Ainda, segundo os autores, o baixo ganho de peso é resultante da redução de consumo, quando se aumentam os teores de cana-de-açúcar nas dietas.

4.1. Silagem de cana-de-açúcar

Poucos trabalhos de pesquisa avaliaram o desempenho de bovinos de corte em confinamento, alimentados com silagem de cana-de-açúcar.

Silvestre *et al.* (1976) observaram que o ganho de peso de bovinos alimentados com cana-de-açúcar fresca foi superior ao ganho dos animais alimentados com cana-de-açúcar ensilada, com uso de aditivos como ureia e amônia anidra. Esta diferença ocorreu principalmente em função da baixa ingestão de matéria seca das rações contendo silagem de cana, quando comparada à ingestão de matéria seca de dietas formuladas com cana cortada e fornecida fresca aos animais. Por outro lado, segundo, Alvarez *et al.* (1977), animais que receberam dieta contendo silagem de cana com uso de amônia apresentaram desempenho 16% superior aos animais que consumiram dietas contendo a cana-de-açúcar fresca. Este resultado pode ter ocorrido simplesmente pelo maior teor protéico presente na silagem tratada com amônia em relação à cana *in natura*. Neste mesmo trabalho foi observado que o desempenho dos animais que receberam silagem de cana sem uso de aditivos no processo de fermentação foi 17% inferior ao dos animais alimentados com cana-de-açúcar fresca.

No trabalho de Pereira (2005), a silagem de cana-de-açúcar tratada com *L.buchneri* participava com 30% da dieta e os 70% restantes de concentrado. Esta proporção justifica o GMD diário de 1,59 kg/dia obtidos com animais inteiros da raça Canchim. Schmidt (2006), na avaliação do desempenho de tourinhos das raças Nelore e Canchim alimentados com rações que continham 45% de silagens de cana-de-açúcar inoculadas com *L. buchneri*, observaram melhor conversão alimentar e elevação no ganho de peso dos animais (12,7%), em relação aos alimentados com a ração com silagem sem tratamento e observou um desempenho de 1,00 kg/dia para os tratamentos com silagem tratada em comparação com 0,82 kg/dia para os tratamentos com cana ensilada *in natura*.

4.2. Bagaço de cana-de-açúcar

Burgi (1985), avaliando o bagaço *in natura* como alimento volumoso para bovinos, concluiu que a inclusão deste em dietas de bovinos é viável até níveis próximos a 40% na matéria seca, uma vez que níveis superiores a este resultarão em baixo consumo da dieta e baixo desempenho animal.

Nussio (1993), trabalhando com dietas isoproteicas à base de bagaço de cana autohidrolisado e três níveis de concentrado (30, 45 e 60% da MS), avaliou o desempenho animal e a digestibilidade de bovinos jovens confinados e concluiu que a elevação do nível de concentrado na dieta permitiu melhor desempenho animal, traduzido por melhor conversão alimentar e maior ganho de peso, sendo que o consumo não apresentou diferença significativa. Esse aumento do nível de concentrado apresentou efeito quadrático em relação à digestibilidade da MS, MO, ENN, EB e NTD com maximização em 45% de concentrado.

Lanna *et al.* (1998), estudando níveis de concentrado e bagaço de cana submetido a diferentes processos de hidrólise, concluíram que dietas com níveis de concentrado 25% da MS da dieta, apresentaram resultados semelhantes em termos de eficiência alimentar comparados com dietas com cerca de 45% de concentrado. Não foram observadas alterações na composição corporal de novilhas nos dois níveis de concentrado, embora tenha sido detectado maior teor de gordura para as novilhas que receberam maior quantidade de concentrado e, ou, com maiores taxas de ganho de peso.

Bulle *et al.* (1999) estudaram o efeito da utilização de 9, 15 ou 21% de bagaço *in natura* como única fonte de volumoso para tourinhos cruzados e concluíram que 15%

de bagaço proporcionaram melhor desempenho dos animais. Henrique *et al.* (1999), estudando o efeito do bagaço de cana-de-açúcar e da silagem de milho como fonte de fibra efetiva em dietas de alto concentrado para novilhos em terminação, concluíram que o bagaço pode ser utilizado como fonte exclusiva de volumoso, embora o ganho de peso e a eficiência de conversão tenham sido menores que os observados com silagem de milho, comparados à mesma proporção de concentrado.

Leme *et al.* (2003) avaliaram o desempenho e as características de carcaça de bovinos submetidos a dietas de alto concentrado contendo 15, 21 ou 27% da matéria seca em bagaço de cana-de-açúcar. Não foram observados efeitos significativos para as características de ganho médio diário (média = 1,461 kg) e eficiência alimentar. Os resultados indicaram a viabilidade do uso de 15 ou 21% de bagaço como único volumoso.

Ezequiel *et al.* (2006) verificaram ganho médio diário de 1,1 kg/animal/dia, utilizando 40 bovinos Nelore, com peso médio inicial de 340 kg, alimentados com dietas contendo 36% de bagaço autohidrolizado e 3% de bagaço *in natura* como volumosos exclusivos na proporção volumoso:concentrado de 40:60.

A partir de cinco trabalhos, Valadares Filho *et al.* (2008) fizeram uma meta-análise e geraram equações para o consumo de matéria seca e ganho médio diário, em função do percentual do bagaço de cana-de-açúcar na dieta. A partir deste, estimou-se o consumo máximo de matéria seca foi com 19% de bagaço na dieta, enquanto o valor de 17% foi estimado para o ganho máximo. Pode-se então considerar que os níveis ótimos de bagaço de cana-de-açúcar na dieta estão entre 17 e 19%. Os mesmos autores em revisão de 13 trabalhos observaram ganho médio de 1,25 kg/dia, com a média de inclusão de 17,37% de bagaço na dieta. Também foi observado que a inclusão de 50% de bagaço hidrolizado resultou um ganho médio diário próximo a 1 kg/dia nos experimentos analisados.

5. CANA-DE-AÇÚCAR NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS LEITEIROS

5.1. Vacas em lactação

Para vacas em lactação alimentadas com rações contendo cana-de-açúcar como único volumoso podem-se citar os trabalhos de Paiva *et al.* (1991) e Valvasori *et al.* (1995), cujo resultado de desempenho animal estão expostos na Tabela 30. Paiva *et al.* (1991) forneceram cana corrigida com ureia para alcançar 10% de PB (66% da MS) e um concentrado com 14,7% de PB (34% da MS). Valvasori *et al.* (1995) trabalharam com animais de maior potencial produtivo e forneceram cana corrigida com farelo de soja para 13% de PB e concentrado com 24,3% de PB. A relação concentrado:volumoso no experimento realizado por esses autores foi de 48:52, sendo o farelo de soja utilizado para corrigir o teor de proteína bruta da cana incluído na fração concentrado.

O fornecimento de cana-de-açúcar como alimento exclusivo para animais de elevada exigência nutricional, como vacas leiteiras em lactação, tem causado redução no consumo e na produção de leite, conforme descrito por Sousa (2003), Mendonça *et al.* (2004) e Magalhães *et al.* (2004).

Lima *et al.* (2004) observaram aumentos crescentes na produção de leite de 13,7, com a menor dose de concentrado (2 kg/vaca/dia), para 18,8 kg/vaca/dia, na maior dose de concentrado (8 kg/vaca/dia). Esses resultados vieram acompanhados de um maior CMS total e de CMS de cana-de-açúcar, e uma menor eficiência alimentar com o aumento da dose de concentrado.

Tabela 30 – Produção de leite com dietas à base de cana de açúcar

Autor	Consumo de Cana (% doPV)	Consumo de MS Total (%PV)	Consumo de Concentrado (kg/dia)	Produção de Leite (kg/dia)	Variação de Peso (kg/dia)
Paiva <i>et al.</i> (1991)	1,6	2,4	4	10,6	-0,608
Valvasori <i>et al.</i> (1995)	1,8	2,7	8	18,3	-0,006

5.1.1. Cana-de-açúcar e ureia

O maior uso da cana-de-açúcar com ureia (1% de ureia na matéria natural da cana) no Brasil é em bovinos de leite. Esta recomendação foi discutida anteriormente no item “cana-de-açúcar como alimentos para bovinos”.

Alguns autores avaliaram o efeito do uso de ureia na dieta de vacas em lactação sobre as características de produção e composição do leite. Imaizumi (2000) verificou que a ureia (1,3% da MS), associada ao farelo de soja, foi tão eficiente quanto o farelo de soja em suprir aminoácidos à glândula mamária de vacas em final de lactação, produzindo entre 12 e 13 kg de leite/dia. Também ao avaliarem a dieta de vacas em final de lactação, Carmo *et al.* (2005) não observaram efeito significativo do uso de 2% de ureia na MS da dieta sobre as características de produção e a composição do leite. Por outro lado, Oliveira *et al.* (2001) e Silva *i* (2001), utilizando níveis crescentes (0, 0,70, 1,4 e 2,1%) de ureia na dieta, verificaram diminuição linear no consumo de alimentos e na produção de leite de vacas Girolandas e Holandesas, respectivamente.

Aquino *et al.* (2007) avaliaram o efeito de níveis crescentes de ureia na dieta de vacas em lactação sobre a produção e composição físico-química do leite. Os tratamentos consistiram de uma dieta-controle, formulada para suprir 100% das exigências de PB, proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradável no rúmen (PNDR), composta de farelo de soja como principal fonte proteica e cana-de-açúcar como volumoso, e de duas outras dietas, semelhantes à dieta-controle, mas com 0,75 ou 1,5% de ureia em substituição ao farelo de soja. Os resultados deste estudo sugerem que o uso de até 1,5% de ureia na MS da dieta de vacas em lactação não alteram a produção, a composição e as características físico-químicas do leite, para vacas produzindo 23 kg .

Rangel *et al.* (2008), ao avaliarem a produção e a composição do leite de vacas alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar com teores de proteína bruta, foram corrigidos com concentrado à base de farelo de soja ou diferentes níveis de ureia mais sulfato de amônia. A relação volumoso:concentrado no início do experimento foi de 55:45%, correspondendo a 1 kg de ração concentrada para cada 2 kg de leite produzido. O experimento foi composto de quatro tratamentos que utilizou uma dieta à base de cana-de-açúcar com farelo de soja e três outras com 0,4, 0,8 e 1,2% da mistura ureia e sulfato de amônia (9:1). Não houve diferença entre as dietas para produção de leite sem e com correção para 3,5% de gordura, composição do leite e concentrações de nitrogênio ureico no soro (NUS). Os autores concluíram que o farelo de soja pode ser utilizado para a correção proteica da cana-de-açúcar e que para a correção utilizando a mistura ureia mais sulfato de amônia (9:1) recomenda-se o nível de 1,2% (Tabela 31).

Tabela 31 – Produções médias diárias de leite (PL) sem e com correção para 3,5% de gordura (PLC), composição média do leite e concentração de nitrogênio ureico no soro (NUS) de vacas recebendo concentrado à base de farelo de soja (FS) ou diferentes níveis de ureia

Itens	Dietas co cana-de-açúcar			
	FS	Níveis de Ureia (%)		
		0,4	0,8	1,2
PL (kg/vaca/dia)	19,82	19,58	19,68	20,38
PLC (kg/vaca/dia)	20,18	19,8	19,74	20,54
Gordura (%)	3,55	3,48	3,46	3,51
Proteína (%)	3,42	3,38	3,38	3,44
Lactose (%)	4,18	4,16	4,18	4,26
EST (%)	11,31	11,69	11,53	11,39
ESD (%)	7,77	8,28	8,12	7,92
NUS (mg/dl)	11,08	13,11	13,54	14,11

Fonte: Rangel *et al.* (2008)

Santiago *et al.* (2008) avaliaram a inclusão de ureia (0,4, 0,8 e 1,2 % na matéria natural) em substituição ao farelo de soja, para vacas de produção 13 kg/dia/leite e não encontraram diferença entre os tratamentos, sendo que para inclusão de 1,2 % de ureia os animais não receberam farelo de soja.

5.1.2. Cana-de-açúcar e silagem de milho

O consumo é o componente que exerce papel de maior importância na nutrição animal, uma vez que determinará o nível de nutrientes ingerido e, conseqüentemente, o seu desempenho (BERCHIELLI *et al.*, 2006).

No ensaio conduzido por Pires *et al.* (1999), a associação de até 50% da silagem de milho com cana-de-açúcar em comparação com 100% de silagem de milho não resultou em diminuição no desempenho de vacas com produção de leite em torno 20 kg/dia.

Rodrigues (1999) sugeriu que em dietas de vacas em lactação, a cana-de-açúcar deve ser usada na relação volumoso:concentrado de 40:60 a 45:55 na base seca, para garantir produções de 20 a 24 kg de leite, por dia, sem que ocorra perda de peso. A modificação da relação volumoso:concentrado, no sentido de aumentar a participação da ração concentrada na dieta, pode inviabilizar o uso da cana-de-açúcar sob o ponto de vista econômico. Assim, é necessário que esta sugestão seja avaliada antes de ser recomendada aos produtores de leite.

Magalhães (2001), avaliando o efeito de quatro níveis de substituição (0, 33, 66 e 100%) da silagem de milho por cana-de-açúcar em dietas para vacas produzindo 24 kg de leite por dia, sendo as dietas isonitrogenadas, verificou que a produção decresceu linearmente com o aumento nos níveis de substituição da silagem de milho, o que pode ser explicado pela redução nos consumos de MS, PB e NDT. Os animais que consumiram dietas com 0, 33,3, 66,6 e 100% de cana-de-açúcar como volumoso, apresentaram variação de peso corporal de 0,89, 0,49, -0,16 e -0,53 kg/dia, respectivamente. Segundo o autor, a resposta ao uso da cana-de-açúcar para vacas leiteiras não está apenas na produção de leite, devendo-se observar também a condição corporal dos animais ao longo da lactação. Após realizar a análise dos dados produtivos e a análise econômica, o autor concluiu que o nível de 33% de substituição foi técnica e economicamente recomendável.

Os dados de Corrêa *et al.* (2003) mostram o potencial da cana-de-açúcar como fonte de forragem para vacas com produções diárias ao redor de 32 kg de leite (Tabela 32).

Tabela 32 – Consumo de MS, produção e composição do leite de vacas leiteiras recebendo rações com silagem de milho macio (MM), silagem de milho duro (MD) ou cana-de-açúcar (CA)

Parâmetros	MM	MD	CA
CMS (kg/vaca/dia)	23,00	23,20	21,50
Produção de leite (kg/vaca/dia)	34,20	34,60	31,90
Gordura no leite (%)	3,54	3,57	3,64
Proteína no leite (%)	3,10	3,13	3,22

Fonte: Corrêa *et al.* (2003).

Neste trabalho, as rações continham 45% de volumoso e 55% de concentrado na matéria seca, e foram formuladas para conter em torno de 19,5% de PB, 27% de FDN e 20% de FDN de forragem na MS. A utilização da cana reduziu o CMS, que foi de 3,76% para as rações com silagem de milho e 3,48% do PV para a ração com cana. A menor produção de leite para ração com cana se deveu ao menor CMS em comparação à silagem de milho. A composição do leite não foi afetada.

Magalhães *et al.* (2004) avaliaram a substituição da silagem de milho por até 100% de cana-de-açúcar, em dietas para vacas leiteiras. Os tratamentos consistiram de quatro níveis de substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar: 0, 33,3, 66,6 e 100%. As produções de leite foram 24,17, 23,28, 22,10 e 20,36 kg/dia, respectivamente. Com o aumento dos níveis de cana-de-açúcar houve redução linear do consumo. Os autores concluíram que a substituição de 33,3% de silagem de milho por cana-de-açúcar foi técnica e economicamente viável, o que não ocorreu para os níveis de 66,6 e 100% de substituição.

Mendonça *et al.* (2004a) também observaram que a produção de leite para as vacas alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar como volumoso, independentemente do nível de ureia ou da relação volumoso:concentrado, foi 2,77 kg menor que daquelas alimentadas com dieta à base de silagem de milho. A menor produção de leite observada para as vacas que receberam as dietas com maior participação de cana-de-açúcar pode ser explicada pelo menor CMS, o que resulta em menor consumo de nutrientes.

Costa *et al.* (2005) avaliaram o consumo, a digestibilidade aparente dos nutrientes, a produção e composição do leite e a variação do peso corporal de vacas lactantes alimentadas com dietas contendo diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrado ou silagem de milho. As dietas experimentais foram formuladas à base de

silagem de milho, na proporção de 60%, ou cana-de-açúcar corrigida com 1% da mistura ureia + sulfato de amônio (9:1), nas proporções de 60, 50 e 40%. Não houve diferenças entre a dieta com 60% de silagem de milho e aquela com 40% de cana-de-açúcar para produção de leite (20,81 e 19,78 kg/dia), consumo de matéria seca e da maior parte dos nutrientes, digestibilidade aparente da maioria dos nutrientes e variação de peso. Entre as dietas à base de cana-de-açúcar, aquela com 60% foi a que promoveu o pior desempenho quanto à produção de leite (16,90 kg/dia). A dieta com 40% foi a que proporcionou melhores resultados para estes parâmetros. As dietas com 60 e 50% de cana-de-açúcar apresentaram valores semelhantes para digestibilidade aparente da FDN e carboidratos não fibrosos (Tabela 33).

Tabela 33 – Efeitos das dietas experimentais sobre o consumo de nutrientes, produção de leite sem (PL) e com (PLC) correção para 3,5% de gordura

Item	Dieta			
	Silagem de Milho	Cana-de-Açúcar + 1 % de Ureia/S.A.		
		60%	50%	40%
Consumo (kg/dia)				
MS	19,32	15,77	17,53	19,81
FDN	6,47	4,98	5,07	5,25
CNF	8,24	7,56	8,82	10,23
Consumo (% peso vivo)				
MS	3,29	2,70	3,00	3,34
FDN	1,10	0,85	0,87	0,89
Produção (kg/dia)				
PL (kg/dia)	20,81	16,90	18,82	19,78
PLC (kg/dia)	21,22	17,76	17,52	19,79

Fonte: Costa (2005).

A Tabela 34 mostra uma revisão de dados feitas por Santos *et al.* (2005), de vários experimentos conduzidos no Brasil com cana-de-açúcar para vacas em produção.

Segundo os autores houve um grande avanço nos últimos 37 anos na utilização da cana-de-açúcar para vacas de maiores produções, mas mais pesquisas necessitam ser geradas.

Tabela 34 – Consumo de matéria seca, produção de leite, produção de leite corrigida para 4% de gordura e composição do leite de vacas em lactação alimentadas com rações com cana-de-açúcar

Referências	CMS (kg MS/d)	PL (kg/dia)	PLC (kg/dia)	Gor (%)	Prot (%)	Lac (%)	EST (%)
<i>Naufel et al. (1968)</i>	6,04	-	3,74	-	-	-	-
<i>Nogueira Filho et al. (1977)</i>	9,80	12,30	12,00	3,8	-	-	-
<i>Nogueira Filho et al. (1977)</i>	8,90	12,10	11,60	3,7	-	-	-
<i>Nogueira Filho et al. (1977)</i>	8,10	11,80	11,00	3,6	-	-	-
<i>Biondi et al. (1978)</i>	9,90	10,00	9,60	3,78	-	-	12,96
<i>Biondi et al. (1978)</i>	10,40	9,40	8,60	3,25	-	-	12,17
<i>Biondi et al. (1978)</i>	10,00	8,10	7,50	2,89	-	-	12,58
<i>Biondi et al. (1978)</i>	10,20	8,80	7,90	2,96	-	-	12,36
<i>Benitendi et al. (1987)</i>	8,22	7,99	3,79	-	-	-	-
<i>Benitendi et al. (1987)</i>	7,93	8,13	4,19	-	-	-	-
<i>Paiva et al. (1991)</i>	10,07	10,51	9,24	3,11	2,62	-	11,63
<i>Correa et al. (2003)</i>	21,50	31,90	-	3,64	3,22	-	-
<i>Costa et al. (2003)</i>	15,78	16,95	16,63	3,75	-	4,12	12,14
<i>Costa et al. (2003)</i>	17,08	17,71	17,10	3,25	-	4,22	12,16
<i>Costa et al. (2003)</i>	19,75	19,93	19,29	3,47	-	4,14	12,28
<i>Lima et al. (2004)</i>	18,31	18,83	-	-	-	-	-
<i>Lima et al. (2004)</i>	14,66	16,11	-	-	-	-	-
<i>Lima et al. (2004)</i>	11,55	13,72	-	-	-	-	-
<i>Magalhães et al. (2004)</i>	19,07	23,28	24,98	4,04	3,52	-	13,36
<i>Magalhães et al. (2004)</i>	18,53	22,10	24,36	4,19	3,55	-	13,60
<i>Magalhães et al. (2004)</i>	17,26	20,36	21,41	3,85	3,63	-	13,08
<i>Mendonça et al. (2004)</i>	14,90	19,00	19,70	3,80	3,20	-	12,90
<i>Mendonça et al. (2004)</i>	15,40	18,60	19,40	3,80	3,20	-	12,90
<i>Mendonça et al. (2004)</i>	14,80	20,10	21,30	3,90	3,20	-	12,90
Média	13,26	15,55	12,84	3,60	3,27	4,16	12,64

Fonte: Santos *et al.* (2005).

5.1.3. Silagem de cana-de-açúcar

Cabrera e Rivera-Brenes (1953) observaram que o consumo de matéria seca de dietas contendo silagem de cana de açúcar imatura (4 a 5 meses) foi inferior ao consumo de dietas contendo capim-elefante. Neste experimento, as vacas de leite receberam volumoso à vontade e 1 kg de concentrado para 2 kg de leite produzidos. Vacas alimentadas com silagem de cana apresentaram consumo de matéria seca de 1,49% do peso vivo, enquanto o consumo de 1,98% do peso vivo foi observado para os animais que receberam capim-elefante.

Harris *et al.* (1983) avaliaram respostas produtivas de vacas de leite alimentadas com silagens de cana e outros volumosos em dois experimentos. Os autores observaram que houve diferença significativa, tanto para a ingestão de matéria seca quanto para a produção de leite, entre animais alimentados com dietas contendo silagem de cana de açúcar e silagem de milho.

Nussio e Schmidt (2005) avaliaram o uso da silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri* como volumoso exclusivo para vacas da raça Holandesa em estágio intermediário de lactação, comparando-a com cana fresca picada, silagem de milho, e uma mistura composta por 50% silagem de milho e 50% de cana fresca picada. A ração com silagem de milho continha relação concentrado:volumoso de 50:50 contra 60:40 das rações exclusivas com cana-de-açúcar. O CMS foi maior para as rações contendo silagem de cana e a associação da cana fresca com a silagem de milho, em relação à cana fresca e à silagem de milho. Entretanto, a produção de leite e a produção de leite corrigida para 4% de gordura não foram alteradas pelos diferentes tratamentos, embora houve diferença numérica de 1,1 kg de leite/dia, para as rações contendo silagem de milho em relação às rações formuladas com base em silagem de cana. Dessa forma, a eficiência de produção foi maior para a ração tradicional, com base em silagem de milho, em relação às demais.

Queiróz *et al.* (2008), trabalhando com vacas em lactação, avaliaram os tratamentos cana-de-açúcar *in natura* (CA); silagem de cana-de-açúcar inoculada com *L. buchneri* (SCA); silagem de milho (SM); e mistura de cana-de-açúcar *in natura* e silagem de milho (CASM). Observaram diferenças quanto ao consumo de MS, que foi maior quando os animais foram alimentados com a SCA (23,5 kg/dia) e a CASM (23,5 kg/dia). Todas as rações propiciaram aos animais produção leiteira (24,4 a 25,5 kg/dia) que não diferiu entre os volumosos.

5.2. Novilhas

Andrade (1999) avaliou o fornecimento de dietas isoproteicas contendo 320 g de FDN, oriundas de cana-de-açúcar ou silagem de milho para novilhas holandesas. O consumo de concentrado foi de 3 kg/animal/dia. O ganho de peso diário foi 1.175 g no tratamento com silagem de milho e 1.009 g no tratamento com cana-de-açúcar. Segundo o autor, o menor desempenho animal com cana-de-açúcar foi resultado da menor ingestão diária de energia devido à queda no CMS. Entretanto, mesmo levando a um menor desempenho animal, a cana-de-açúcar, segundo o autor, é alternativa viável para a recria de animais holandeses, já que ganhos de peso em torno de 750 g/dia seriam suficientes para obtenção de primeiro parto aos 24 meses de idade, com peso vivo ao redor de 500 a 550 kg.

Gallo (2001) conduziu experimento para determinar o teor máximo permitido de cana-de-açúcar na dieta de novilhas holandesas que não deprimiria o ganho diário de peso. As dietas eram isoproteicas e continham 62, 70 ou 78% de cana-de-açúcar na MS. O CMS caiu linearmente com a maior inclusão de cana-de-açúcar na dieta, 7,4, 6,8 e 6,6 kg, respectivamente. Não houve diferença nos ganhos de peso diários, que foram 1.002, 979 e 951 g/dia, respectivamente, com o aumento da inclusão da cana-de-açúcar.

Rangel (2005) comparou o ganho de peso de novilhas recebendo dietas isonitrogenadas compostas de silagem de milho + 1,3 kg de concentrado, cana-de-açúcar corrigida + (1,3, 2,4 ou 2,7 kg de concentrado). Neste trabalho observou-se que para ter os mesmos ganhos dos animais recebendo silagem de milho + 1,3 kg de concentrado (0,892 kg/dia) tem-se que adicionar à cana-de-açúcar 2,7 kg/dia de concentrado, sendo que os outros tratamentos demonstraram menor desempenho.

Vidaurre *et al.* (2008) avaliaram o desempenho de novilhas leiteiras recebendo cana-de-açúcar *in natura* fresca (22° Brix) e cana-de-açúcar fermentada com doses crescentes de ureia (0,0, 0,6 e 1,2% de ureia na matéria natural). Os autores não encontraram diferença no desempenho dos animais (em torno de 1 kg/animal/dia) nos tratamentos, sugerindo tanto a possibilidade de doses maiores de ureia quanto a possibilidade de estocar a cana-de-açúcar picada e fornecer após 24 horas.

5.2.1. Silagem de cana-de-açúcar

Pedroso *et al.* (2006) observaram que novilhas da raça Holandesa alimentadas com rações que continham aproximadamente 46% de silagem de cana-de-açúcar tratada com *L. buchneri* tiveram ganho de peso de aproximadamente 30% superior ao dos animais que receberam silagem não aditivada; o tratamento com benzoato de sódio resultou em melhor conversão alimentar e o tratamento da silagem com ureia não promoveu alterações significativas nas variáveis de desempenho avaliadas. Verificou-se que o tratamento da silagem com benzoato de sódio também foi benéfico, resultando melhor conversão alimentar, ou seja, os animais consumiram 18,6% menos ração para cada quilograma de ganho de peso vivo, em relação aos animais alimentados com silagem sem aditivo (Tabela 35).

Tabela 35 – Desempenho de novilhas da raça Holandesa alimentadas com dietas contendo silagens de cana-de-açúcar aditivadas

Tratamentos	Peso inicial (kg)	Peso Final (kg)	Ganho Diário (kg)	Consumo de MS (kg/dia)	Consumo de MS (% do PV)	Conversão (kg MS/kg GPD)
Controle	387,3a	443,5b	0,94b	8,72a	2,15a	9,37a
Ureia	391,5a	453,8ab	1,03b	8,75a	2,17a	8,63ab
Benzoato	383,3a	468,5a	1,14ab	8,61a	2,12a	7,63b
<i>Lactobacillus buchneri</i>	391,4a	465,8a	1,24a	9,61a	2,35a	7,73b

Fonte: adaptado Pedroso *et al.* (2006).

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($P < 0,05$); EPM = erro-padrão da média. Rações com aproximadamente 46% de silagem de cana-de-açúcar: sem aditivos (controle); com ureia (0,5% da MV); com benzoato de sódio (0,1% da MV) e com *L. buchneri* ($3,64 \times 10^5$ ufc/g de MV). MV = matéria verde; MS = matéria seca; PV = peso vivo; GPD = ganho de peso diário.

Junqueira (2006), em experimento com novilhas de raças leiteiras alimentadas com rações que continham 45% de silagem de cana-de-açúcar, obteve ganhos entre 0,98 e 1,05 kg/d nos animais que receberam silagem tratada com 1,5% de ureia e inoculada com *L. buchneri*, respectivamente.

6. CONCLUSÕES

A escolha da variedade correta da cana-de-açúcar, bem como os tratos culturais são fatores determinantes para se obter uma boa produtividade agrícola.

A cana-de-açúcar, em suas diferentes formas de fornecimento, é uma boa fonte de volumoso para bovinos de leite e corte de várias categorias e desempenhos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÁNTARA, E.; AGUILERA, A.; ELLIOT, R. *et al.* Fermentation and utilization by lambs of sugarcane harvested fresh and ensiled with and without NaOH. 4. Ruminant kinetics. **Animal Feed Science and Technology**, v. 23, p. 323-331, 1989.

ALLI, I.; BAKER, B. E.; GARCIA, G. Studies on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed Science and Technology**, v. 7, p. 411-417, 1982.

ALVAREZ, F. J.; PRIEGO, A.; PRESTON, T. R. Animal performance on ensiled sugar cane. **Tropical Animal Production**, v. 2, p. 27-33, 1977.

ALVAREZ, F. J.; PRESTON, T. R. Amônia/molasses and urea/molasses as additives for ensiled sugar cane. **Tropical Animal Production**, Edinburg, v. 1, p. 98-104, 1976.

ALVAREZ, V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 67-78.

AMARAL, R. C. **Avaliação de aditivos químicos sobre as perdas e o valor alimentício da silagem de cana-de-açúcar para ovinos**. 2007. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”. Piracicaba, SP, 2007.

AMBROSANO, E. A.; TRIVELIN, P. C. O.; CANTARELLA, H. *et al.* Utilization of nitrogen from green manure and mineral fertilizer by sugarcane. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 62, p. 534-542, 2005.

ANDRADE, J. B.; FERRARI JUNIOR, E.; POSSENTI, R. A. *et al.* Seleção de 39 variedades de cana-de-açúcar para a alimentação animal. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 40, n. 4, p. 287-296, 2003.

ANDRADE, M. A. F. **Desempenho de novilhas holandesas alimentadas com cana-de-açúcar como volumoso único**. 1999. 56 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1999.

ANDREATTA, K. A. K. **Desempenho produtivo de novilhas de corte alimentadas com cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio e diferentes ofertas de concentrado**. 2006. 70 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

ANJOS, I. A.; ANDRADE, L. A. B.; CARVALHO, G. J. *et al.* **Produtividade agrícola e rendimento de cana-de-açúcar e rendimento de açúcar mascavo de duas variedades de cana-de-açúcar em diferentes épocas de colheita e em sistemas de adubação orgânica ou mineral**. 2004 (Trabalho técnico).

AQUINO, A. A.; BOTARO, B. G.; IKEDA F. S. ; RODRIGUES P. H. M.; MARTINS, M. F.; SANTOS, M. V. Efeito de níveis crescentes de ureia na dieta de vacas em lactação sobre a produção e a composição físico-química do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 881-887, 2007.

AZEREDO, D. F.; BOLSANELLO, J.; WEBER, M.; VIEIRA, J. R. Nitrogênio em cana planta, doses e fracionamento. **Stab. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 4, p. 26-32, 1986.

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

AZEREDO, D. F.; GLÓRIA, N. A.; MANHÃES M. S. Efeitos da calagem na cana-planta e nas características químicas de dois solos do Estado do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 2., 1981, Rio de Janeiro. **Anais...** Piracicaba: Stab, 1981. p. 71-88.

AZEVEDO, J. A. G.; PEREIRA, J. C.; QUEIRÓZ, A. C.; CARNEIRO, P. C. S.; LANA, R. P.; BARBOSA, M. H. P.; FERNANDES, A. M.; RENNÓ, F. P. Composição químico-bromatológica, fracionamento de carboidratos e cinética da degradação *in vitro* da fibra de três variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia** , v. 32, n. 6, p. 1443-1453, 2003.

BALIERO NETO, G.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A. *et. al.* Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1231-1239, 2007.

BALSALOBRE, M. A. A.; FERNANDES, R. A. T., SANTOS, P. M. Corte e transporte de cana-de-açúcar para consumo animal. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; NUSSIO, L. G.; FARIA, V. P. (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7., Piracicaba, 1999. Alimentação suplementar. **Anais...** Piracicaba, FEALQ, 1999. p. 7-26.

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

BARBOSA, M. H. P.; OLIVEIRA, M. W.; SILVEIRA, L. C. I.; MENDES, L. C. **Produção de cana-de-açúcar**. In: SEMANA DO FAZENDEIRO, 75. UFV: Departamento de Fitotecnia, Viçosa, 2004.

BASANTA, M. V.; DOURADO-NETO, D.; REICHARDT, K.; BACCHI, O. O. S.; OLIVEIRA, J. C. M.; TRIVELIN, P. C. O.; TIMM, L. C.; TOMINAGA, T. T.; CORRECHEL, V.; CASSARO, F. A. M. Eficiência no uso do nitrogênio em relação ao manejo dos resíduos da cana de açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 8., Recife. **Anais...** Stab, 2002. p. 665-676.

BATISTA, L. F.; BITTENCOURT, V. C.; CORDEIRO, D. A. Disponibilidade de enxofre em dois solos de São Paulo (Latossolo Roxo e Podzólico Vermelho-Amarelo variação Laras) pela técnica da diluição isotópica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 2, p. 189-193, 1978.

BERCHIELLI, T. T.; GARCIA, A. V.; OLIVEIRA, S. G. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 397-421.

BERGER, L.; KLOPFENSTEIN, T.; BRITTON, R. Effects of sodium hydroxide on efficiency of rumen digestion. **Journal of Animal Science**, v. 49, p. 1317-1327, 1979.

BERGER, L. L.; FAHEY, G. C; BOURQUIN, L. D. *et al.* Modification of forage after harvest. In: FAHEY, D. C. (Ed.) **Forage quality, evaluation, and utilization**. 1. ed. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society, Soil Science Society, 1994.

BLANCO, H. G.; OLIVEIRA, D. A.; ARAÚJO, J. B. M. Competição entre plantas daninhas e a cultura da cana-de-açúcar. I. Período crítico de competição produzido por uma comunidade natural de dicotiledôneas em culturas de ano. **Biológico**, São Paulo, v. 45, p. 131-140, 1979.

BLANCO, H. G.; OLIVEIRA, D. A.; COLETI, J. T. Competição entre plantas daninhas e a cultura da cana-de-açúcar. II. Período de competição produzido por uma comunidade natural de mato, com predomínio de gramíneas, em culturas de ano. III. Influência da competição na nutrição da cana-de-açúcar. **Biológico**, São Paulo, v. 47, p. 77-88, 1981.

BRODANI, I. L.; RESTLE, J.; ARBOITTE, M. Z.; MENEZES, L. F. G.; ALVES FILHO, D. C.; AMARAL, G. A.; PAZDIORA, R. D. Efeito de dietas que contêm cana-de-açúcar ou silagem de milho sobre as características das carcaças de novinhos confinados. **Ciência Rural**, v. 36, n. 1, jan.-fev., 2006.

BULLE, M. L. M.; RIBEIRO, F. G.; LEME, P. R. *et al.* Uso do bagaço de cana-de-açúcar como único volumoso em dietas de alto teor de concentrado. 1. Desempenho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999.

BURGI, R. **Produção de bagaço de cana-de-açúcar auto-hidrolisado e avaliação do seu valor nutritivo para ruminantes**. 1985. 61 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, SP, 1985.

BURGI, R. Utilização de resíduos culturais e de beneficiamento de na alimentação de bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS DA FEALQ, 6., 1995. Piracicaba-SP. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1995. p. 153-169.

CABRERA, J. I.; RIVERA-BRENES, L. The value of grass silage for feeding dairy cows in Puerto Rico. **Journal of Agriculture of University of Puerto Rico**, v. 37, p. 59-73, 1953.

CAMARGO, P. B. **Dinâmica do nitrogênio dos fertilizantes: Ureia (15N) e aquamônia (15N) incorporados ao solo na cultura de cana-de-açúcar**. 1989. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, SP, 1989.

CANA. Disponível em: <<http://www.Agrobyte.com.br>>. Acesso em: 13 Ago. 2009

CANTARELLA, H. Adubação nitrogenada em sistema de cana crua. STAB. **Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 16, p. 21-22, 1998.

CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. 285 p. (IAC – Boletim Técnico, 100).

CANTARELLA, H.; ROSSETO, R.; BARBOSA, W.; PENNA, M. J.; RESENDE, L. C. L. Perdas de nitrogênio por volatilização da amônia e resposta da cana-de-açúcar à adubação nitrogenada, em sistema de colheita de cana sem queima prévia. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 7., Londrina. **Anais...** Londrina: STAB, p. 82-87, 1999.

CARCERES, N. T.; ALCARDE, J. C. Adubação verde com leguminosas em rotação com cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). STAB. **Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 13, n. 5, p. 16-20, 1995.

CARMO, C. A.; SANTOS, F. A. P.; IMAIZUMI, H. *et al.* Substituição do farelo de soja por ureia ou amireia para vacas em final de lactação. **Acta Scientiarum**, v. 27, n. 2, p. 277-286, 2005.

CARNAÚBA, B. A. A. **Eficiência de utilização e efeito residual da ureia - 15N em cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), em condições de campo**. 1989. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, SP. 1989.

CASTRILLÓN, M. V.; SHIMADA, A. S.; CALDERÓN, F. M. Manipulacion de la fermentacion en ensilajes de caña de azucar y su valor alimentício para borregos. **Técnica Pecuária em México**, v. 35, p. 48-55, 1978.

CASTRO NETO, A. G. **Avaliação de silagens de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos**. 2003. 101 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2003.

CAVALI, J.; PEREIRA, O. G.; SOUSA, L. O. *et al.* Silagem de cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio: composição bromatológica e perdas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. (CD-ROM).

COLETI, J. T.; CASAGRANDE, J. C.; STUPIELLO, J. J.; RIBEIRO, L. D.; OLIVEIRA, G. R. Remoção de macronutrientes pela cana-planta e cana-soca, em argissolos, variedades RB83-5486 e SP81-3250. STAB. **Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 24, n. 5, p. 32-36, 2006.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 12 Set. 2009.

CONTIN, T. L. M. **Ureia tratada com o inibidor da urease NBPT na adubação de cana-de-açúcar colhida sem despalha a fogo**. 2007.69 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônômico, Campinas, SP, 2007.

CORDEIRO, D. A.; BATISTA, L. F.; GURGEL, M. N.; BITTENCOURT, V. C. Study by means of labeling techniques on the K-liming relation in soils cultivated with sugarcane. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 16., 1987, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo: The Executive Committee of ISSCT, v. 2. p. 1011-1025, 1988.

CORRÊA, C. E. S.; PEREIRA, M. N.; OLIVEIRA, S. G. *et al.* Performance of holstein cows fed sugar cane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 4, p. 621-629, 2003.

CORSI, M.; FARIA, V. P. Plantas forrageiras para corte: cana-de-açúcar. In: ____ (Ed.). **Atualização em produção de forragens**, 1986, Piracicaba, p. 65-70, 1986.

COSTA, H. N.; PEREIRA, M. N.; MELO, R. P. *et al.* Effect of the rumen environment on ruminal in situ degradability of sugarcane. In: PROC. OF THE IX WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2003.

COSTA, M. G.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. *et al.* Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrado ou silagem de milho na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2437-2445, 2005.

CRAVO, M. S.; BRAGA, J. M.; AMARAL, F. A. L.; ALVAREZ V., V. H. Efeitos de interação fósforo x enxofre sobre a produção de matéria seca a sobre os níveis críticos de P e S no solo e em plantas de soja (*Glycine max* L.), em solos com e sem calagem. **Revista Ceres**, v. 32, p. 12-30, 1985.

DA SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F. Cana de açúcar e ureia na alimentação de bovinos. In: MIYADA, V. S.; CYRINO, J. E. P.; BUTOLO, E. A. F.; Da SILVA, A. G. (Ed.) **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE GADO DE CORTE.**, Goiânia, 2000. **Anais...** Goiânia: CBNA, 2000. p. 107-120.

DEMATTE, J. L. I. **Solos arenosos de baixa fertilidade:** estratégia de manejo. In: 5º Seminário Agroindustrial, e 29ª Semana “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, SP, 1986.

DEMATTE, J. L. L. Cultura da cana-de-açúcar: recuperação e manutenção da fertilidade dos solos. **Encarte de Informações Agronômicas**, n. 111, set. 2005.

DIAS, F. L. F.; MAZZA, J. A.; MATSUOKA, S.; PERECIN, D.; MAULE, R. F. Produtividade da cana-de-açúcar em relação a clima e solos da região Noroeste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 3, p. 627-634, jul./set. 1999.

DILLEWIJN, C. Botany of sugarcane. **Waltham, The Chronica Botanica**, v. 1, p. 53-58, 1952.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas:** princípios e perspectivas. Trad. M. E. T. Nunes. Londrina: Editora Planta, 2006. 403 p.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A. Comparação de métodos analíticos para avaliar a necessidade de calcário dos solos do estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 10, n. 2, p.143-150, maio/ago. 1986.

ESPIRONELLO, A.; CAMARGO, A. P.; NAGAI, V.; LEPSCH, I. F. Efeito de nitrogênio e fósforo como complementação de vinhaça em soca de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E

ALCOOLEIROS DO BRASIL, 2., STAB: Rio de Janeiro. **Anais...** STAB, p. 128-139, 1981.

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A.; SIQUEIRA, G. R. *et al.* Perfil de fermentação da silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. (CD ROM).

EZEQUIEL, J. M. B.; QUEIRÓZ, A. A. ; GALATI, R. L.; MENDES, A. R.; PEREIRA, E. M. O.; FATURI, C.; NASCIMENTO FILHO, V. F.; FEITOSA, J. V. Processamento da cana-de-açúcar: efeitos sobre a digestibilidade, o consumo e a taxa de passagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1704-1710, 2005.

EZEQUIEL, J. M. B.; GALATI, R. L.; MENDES, A. R.; FATURI, C. Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore em confinamento alimentados com bagaço de cana-de-açúcar e diferentes fontes energéticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 2050-2057, 2006.

FERNANDES, A. M.; QUEIRÓZ, A. C.; PEREIRA, J. C. *et al.* Composição químico-bromatológica de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp. L.) com diferentes ciclos de produção (precoce e intermediário) em três idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 977-985, 2003.

FERNANDES, A. R. M.; SAMPAIO, A. A. M.; HENRIQUE, W. *et al.* Avaliação bioeconômica da terminação de bovinos Canchim, machos e fêmeas, em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal, SP.

FERREIRO, H. M.; PRESTON, T. R.; SUTHERLAND, T. M. Investigation of dietary limitation on sugar cane based diets. **Tropical Animal Production**, v. 2, n. 1, p. 56-71, 1977.

FREITAS, A. W. P.; PEREIRA J. C.; ROCHA, F. C. *et al.* Avaliação da divergência nutricional de genótipos de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Revista Brasileira de Zootecnia** , v. 35, n. 1, p. 229-236, 2006.

FREITAS, A. W. P.; PEREIRA, J. C.; ROCHA, F. C. *et al.* Avaliação da qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar com aditivos microbianos e enriquecida com resíduo da colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 38-47, 2006a.

FREITAS, A. W. P.; PEREIRA, J. C.; ROCHA, F. C. *et al.* Características da silagem de cana-de-açúcar tratada com dois inoculantes e enriquecida com resíduo de soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. (CD-ROM).

FREITAS, J. A. G. *et al.* Efeito da amonização sobre a composição bromatológica e digestibilidade in vitro do bagaço de cana-de-açúcar. In: REUNIÃO DA SBZ, 38., 2001, Piracicaba, SP: SBZ. **Anais...** Piracicaba, SP: SBZ, 2001.

FRENEY, J. R.; DENMEAD, O. T.; WOOD, A. W. *et al.* Ammonia loss following urea addition to sugar cane trash blankets. **Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane Technologists**, p. 114-121, 1994.

FUTINO, A. M.; SILVEIRA, J. M. J. A indústria de defensivos agrícolas no Brasil. In: AGRICULTURA EM SÃO PAULO, 1991. São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo, SP, 1991. p. 1-43. 38 (T. Esp.).

GALLO, P. C. S. **Desempenho de novilhas holandesas alimentadas com teores dietéticos crescentes de cana-de-açúcar**. 2001. 40 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2001.

GARCIA, R. Amonização de forragens de baixa qualidade e a utilização na alimentação de ruminantes. In: SIMPÓSIO SOBRE UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS E RESÍDUOS DE COLHEITA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1992, p.83-97.

GAVA, G. J. C. **Utilização do nitrogênio da ureia (15N) e da palhada (15N) por soqueira de cana-de-açúcar no manejo sem despalha a fogo**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, SP, 1999.

GAVA, G. J. C.; TRIVELIN, P. C. O.; VITTI, A. C.; OLIVEIRA, M. W. Balanço do nitrogênio da ureia (15N) e da palhada (15N) no sistema solo-cana-de-açúcar (cana-soca). In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 8., Recife, PE. **Anais...** Recife, PE STAB, p. 245-251, 2002.

GAVA, G. J. C.; TRIVELIN, P. C. O.; VITTI, A. C. *et al.* Recuperação do nitrogênio (15N) da ureia e da palhada por soqueira de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, p. 621-630, 2003.

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

GONÇALVES, L. C.; FARIA JR., W. G.; CAMPOS, M. M. **Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos**. Belo Horizonte, MG: Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG, 2007.

GOODING, E. G. B. Efeito de la calidad de la caña sobre su valor como alimento para bovinos. **Tropical Animal Production**, v. 7, p. 76-97, 1982.

HARRIS JR., B.; VAN HORN, H. H.; MANOOKIAN, K. E. *et al.* Sugarcane silage, sodium hydroxide and steam pressure-treated sugarcane bagasse, corn silage, cottonseed hulls, sodium bicarbonate and *Aspergillus oryzae* product in complete rations for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 66, p. 1474-1485, 1983.

HENRIQUE, W.; LEME, P. R.; LANNA, D. P. D. *et al.* Avaliação do milho úmido com bagaço de cana ou silagem de milho na engorda de bovinos. 1. Desempenho animal e características da carcaça. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. CD-ROM. Nutrição de Ruminantes. Confinamento e bovinos de corte.

HERNANDEZ, M. R. **Avaliação de variedades de cana-de-açúcar através de estudos de desempenho e digestibilidade aparente com bovinos.** 1998. 78 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, SP, 1998.

HUMBERT, R.P. Planting of sugar cane. In: HUMBERT, R.P. (Ed.). **The growing of sugar cane.** Amsterdã: Elsevier, 1968. p.103-130,

IMAIZUMI, H. **Avaliação de diferentes fontes e teores de proteína degradável no rúmen sobre o desempenho e parâmetros ruminais e sanguíneos de vacas Holandesas em final de lactação.** 2000. 69 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, SP, 2000.

JUNQUEIRA, M. C. **Aditivos químicos e inoculantes microbianos em silagens de cana-de-açúcar: perdas na conservação, estabilidade aeróbia e o desempenho de animais.** 2006. 98 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, SP, 2006.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos.** Piracicaba, SP: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

KIEHL, J. C. Distribuição e retenção da amônia no solo após aplicação de ureia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 13, p. 75-80, 1989.

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

KORNDÖRFER, G. H.; VALLE, M. R.; MARTINS, M.; TRIVELIN, P. C. O. Aproveitamento do nitrogênio da ureia pela cana-planta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, n. 1, p. 23-26, 1997.

KUNG JR., L.; STANLEY, R. W. Effects of stage of maturity on the nutritive value of whole-plant sugarcane preserved as silage. **Journal of Animal Science**, v. 54, p. 689-696, 1982.

LANNA, D. P. D. *et al.* Desempenho e composição corporal de novilhas alimentadas com dois níveis de concentrado e bagaço de cana submetidos a diferentes processos de hidrólise. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 2, p. 412-420, 1998.

LEME, P. R.; SILVA, S. L.; PEREIRA, A. S. C. *et al.* Utilização do bagaço de cana-de-açúcar em dietas com elevada proporção de concentrados para novilhos Nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1786-1791, 2003.

LIMA, J. A.; EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G. *et al.* Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com ureia ou farelo de soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife, PE. **Anais...** Recife, PE: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002.

LIMA, M. L. P.; SILVA, D. N.; NOGUEIRA, J. R. Produção de leite e consumo de matéria seca de vacas alimentadas com cana-de-açúcar forrageira IAC-86-2480. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais ...** Campo Grande, MS: SBZ, 2004. 1 CD-ROM.

MACÊDO, G. A. R.; VIANA, M. C. M.; OLIVEIRA, J. S. Características agronômicas e bromatológicas de variedades de cana-de-açúcar na região do Alto Paranaíba, Minas Gerais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, PB: SBZ, 2006.

MACITELLI, F.; BERCHIELLI, T. T.; MORAIS, J. A. S.; SILVEIRA, R. N.; CANESIN, R. C. Desempenho e rendimento de carcaça de bovinos mestiços alimentados com diferentes volumosos e fontes protéicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1917-1926, 2007.

MAGALHÃES, A. L. R. **Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) em substituição à silagem de milho (*Zea mays*) em dietas para vacas em lactação.** 2001. 62 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

MAGALHÃES, A. L. R.; CAMPOS, J. M. S.; CABRAL, L. S. *et al.* Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: parâmetros digestivos e ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 591-599, 2006.

MAGALHÃES, A. L. R.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. *et al.* Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: desempenho e viabilidade econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1292-1302, 2004.

MAGALHÃES, A. L. R. **Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L.) em substituição à silagem de milho (*Zea mays* L.) em dietas para vacas em lactação.** 2001. 62 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** Ceres: São Paulo, 1980. 251 p.

MANGNANI, J. L.; CAMPANARI NETO, J.; FALEZZI F. O. A. *et al.* **Autohidrólise do bagaço (BPH) visando preparo de rações para bovinos.** 1. ed. São Paulo: COPERSUCAR, 1985, p. 58-60. (Bol. Técnico, 32).

MARCOS, A. C. M.; LEME, P. R.; BOIN, C.. Efeito do tempo de tratamento a pressão de vapor na composição química e na digestibilidade in vitro da matéria seca do bagaço de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 22, p. 383-395, 1984.

MATTOS, W. R. S. Utilização do bagaço de cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO PAULISTA DE AGRONOMIA, 6., Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 1987. p. 99-112.

MAZZA, J. A. Estabelecimento e manejo da cultura da cana de açúcar. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. de. (Ed.) **SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS**, 5., Piracicaba, 1993. Cana de açúcar e seus subprodutos para bovinos. **Anais...** Piracicaba, FEALQ, 1993. p. 37-75.

MAZZA, J. A.; VITTI, G. C.; PEREIRA, H. S.; MENEZES, G. M.; TAGLIARINI, C. H. Influência da compactação no desenvolvimento do sistema radicular de citros: sugestão de método qualitativo de avaliação e recomendação de manejo. **Revista Laranja**, Cordeirópolis, v. 15, n. 2, p. 263-275, 1994.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage.** 2. ed. Marlow: Chalcomb Publications, 1991. 340 p.

MENDES, C. Q. *et al.* Efeito do *Lactobacillus buchneri* na fermentação, estabilidade aeróbia e no valor nutritivo de silagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 12, p. 2191-2198, 2008.

MENDES, L. C. **Eficiência nutricional de cultivares de cana-de-açúcar.** 2006. 46 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

MENDONÇA, S. S.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. *et al.* Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 723-728, 2004b.

MENDONÇA, S. S.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. *et al.* Consumo, produção e composição de leite, variáveis ruminais de vacas leiteiras alimentadas com

dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 481-492, 2004.

MERTENS, D. R. Factors influencing feed intake in lactating cows: From theory to application using neutral detergent fiber. In: GA NUTRITION CONFERENCE, 46., 1985, Athens. **Proceedings...** Athens: University of Georgia, 1985. p. 1-18.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Dairy Science**, v. 64, p. 1548-1558, 1987.

MOLINA, L. R.; FERREIRA, D. A.; GONÇALVES, L. C. *et al.* Padrão de fermentação da silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) submetida a diferentes tratamentos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, PE, 2002. **Anais...** Recife, PE: SBZ, 2002. 1 CDROM.

MONTPELLIER, F. R.; PRESTON, T. R. Digestibility and voluntary intake on sugar cane diets: effect of chopping the cane stalk in particles of different sizes. **Tropical Animal Production**, v. 2, p. 40-43, 1977.

MORAES, K. A. K.; VALADARES FILHO, S. C.; MORAES, E. H. B. V. *et al.* Cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio fornecida com diferentes níveis de concentrado para novilhas de corte em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 7, p. 1293-1300, 2008

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

MORELLI, J. L.; NELLI, E. J.; DEMATTÊ, J. L. I.; DALBEN, A. E. Efeito do gesso e do calcário nas propriedades químicas de solos arenosos álicos e na produção da cana-de-açúcar. **Revista STAB**, v. 6, n. 2, p. 24-31, 1987.

NASCIF, C. **Indicadores técnicos e econômicos em sistemas de produção de leite de quatro mesorregiões do Estado de Minas Gerais**. 2008. 98 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

NEIVA, J. N. M.; GARCIA, R. **Amonização de volumosos de baixa qualidade**. Lavras, MG: UFLA, 1995. 15 p. (Circular ano IV- n. 53).

NOGUEIRA FILHO, J. C. M. N.; LEME, P. R.; COALHO, M. R. *et al.* Efeitos do bagaço de cana-de-açúcar tratado com diferentes agentes químicos e físicos sobre a fauna ruminal de novilhos nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife, PE. **Anais...** Recife, PE: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ; BARROS, N. F. *et al.* (Ed.) **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: SBCS, 2007. 1.017 p

NOVAIS, R. F.; SMITH, T. J. **Fósforo em solos e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399 p.

NRC. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7. ed. Washington, DC: National Academy Press, 1996. 243 p.

NUSSIO, L. G.; BALSALOBRE, M. A. A. Utilização de resíduos fibrosos da industrialização da cana-de-açúcar na alimentação de bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS DA FEALQ, 5., 1993. Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1993. p. 127-149.

NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P. Silagens de Cana-de-açúcar para bovinos leiteiros: aspectos agrônômicos e nutricionais. In: Visão técnica e econômica da produção leiteira. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS DA FEALQ, 5., 1993. Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1993. p. 193 a 218.

NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A. F. Silagem de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM: PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTAGENS, 20., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiróz”, 2003. p.187-205.

OLIVEIRA, A. S.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C. *et al.* Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite de vacas alimentadas com quatro níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p. 1358-1366, 2001.

OLIVEIRA, E. A. M. (Ed.). **Produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba, SP: FEALQ/USP, 1993. p. 133-146.

OLIVEIRA, I. S. **Avaliação de volumosos na dieta de vacas leiteiras na época seca: consumo, digestibilidade, produção de leite e simulação do CNCPS**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal de Mato Grosso, 2007.

OLIVEIRA, M. W. **Dinâmica do nitrogênio da ureia (15N) no sistema solo-cana-de-açúcar com ou sem queima da palhada**. 1999. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, SP, 1999.

OLIVEIRA, M. D. S., SHINODA, J.; BODRIK R. *et al.* Efeito da hidrólise da cal hidratada (hidróxido de cálcio) sobre a digestibilidade *in vitro* da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006.

OLIVEIRA, M. W.; FREIRE, F. M.; MACÊDO, G. A. R. *et al.* Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 239, p. 30-43, 2007.

OLIVEIRA, M. W.; MARTINS, A. G.; SILVA, J. A. B. *et al.* Doses de corretivo e alterações químicas em dois solos. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA: ENERGIA E SUSTENTABILIDADE, Campina Grande, PB, 2004.

OLIVEIRA, M. W.; MENDES, L. C.; BARBOSA, M. H. P. *et al.* Avaliação do potencial produtivo de sete variedades de cana-de-açúcar sob irrigação complementar. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 25., Rio de Janeiro, RJ: SBFS, 2002d.

OLIVEIRA, M. W.; TAGLIAFERRO, F. S.; CAMARGOS, S. L.; MÁXIMO, E. Acúmulo de matéria seca por adubos verdes semeados em diferentes épocas. In: ENCONTRO CIENTÍFICO DOS PÓS-GRADUANDOS NO CENA/USP, 4., 1998. Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP, v. 1, p. 59, 1998.

OLIVEIRA, M. W.; TRIVELIN, P. C. O.; BENDASSOLLI, J. A. Volatilização de amônia da ureia (15N) aplicada ao solo com ou sem cobertura da palhada em diferentes manejos na adubação da soqueira. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 1999. Londrina, PR. **Anais...** Londrina, PR, v. 1, p. 96-99, 1999.

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

OLIVEIRA, M. W.; TRIVELIN, P. C. O.; BOARRETTO, A. E. *et al.* The leaching of N, K, Ca and Mg a sandy soil cultivated with sugarcane. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 6, p. 861-868, 2002c.

OLIVIERA, A. S.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. *et al.* Substituição do milho por casca de café ou de soja em dietas para vacas leiteiras: consumo, digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1172-1182, 2007.

ORLANDO FILHO, J. Calagem e adubação da cana-de-açúcar. In: CÂMARA, G. M. S.; OLIVEIRA, E. A. M. (Ed.). **Produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba, SP: USP-FEALQ, 1993. p. 133-146.

ORLANDO FILHO, J.; BITTENCOURT, V. C.; CARMELLO, Q. A. C. *et al.* Relações K, Ca e Mg de solo Areia Quartzosa e produtividade da cana-de-açúcar. **Stab, Açúcar Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, SP, v. 14, n. 5, p. 13-17, 1996b.

ORLANDO FILHO, J.; CARMELLO, Q. A. C.; PEXE, C. A. *et al.* Adubação de soqueiras de cana-de-açúcar sob dois tipos de despalha: cana crua x cana queimada. **Stab. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, SP, v. 12, n. 4, p. 7-11, 1994.

ORLANDO FILHO, J.; MACEDO, N.; TOKESHI, H. **Seja o doutor do seu canavial**. Encarte de Informações Agronômicas, n. 67, 1994. 17 p.

ORLANDO FILHO, J. Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil. In.: Coleção Planalsucar. 2 ed., IAA/Planalsucar, Rio de Janeiro, RJ, 1983. 368 p.

ORLANDO FILHO, J.; ZAMBELLO JUNIOR., E.; RODELLA A. A. Calibração de potássio no solo e recomendação de adubação para a cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, RJ, v. 97, n. 1, p. 18-24, 1981.

PAIVA, J. A. J.; MOREIRA, H. A.; CRUZ, G. M. *et al.* Cana-de-açúcar associada à ureia/sulfato de amônio como volumoso exclusivo para vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 20, n. 1, p. 90-99, 1991.

PATE, F. M. Fresh sugar cane in growing-finishing steer diets. **Journal of Animal Science**, v. 53, p. 881, 1981.

PATE, F. M. Nutritive value of sugar cane at different stages of maturity. **Tropical Animal Production**, Edinburgh, v. 2, n. 2, p. 108, 1977.

PEDROSO, A. F. **Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2003. 120 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, SP, 2003.

PEDROSO, A. F.; NUSSIO, L. G.; BARIONI JR., W. *et al.* Performance of Holstein heifers fed sugarcane silages treated with urea, sodium benzoate or *Lactobacillus buchneri*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 4, p. 649-654, 2006.

PEDROSO, A. F.; NUSSIO, L. G.; LOURES, D. R. S. *et al.* Efeito do tratamento com aditivos químicos e inoculantes bacterianos nas perdas e na qualidade de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 3, p. 558-564, 2007.

PEDROSO, A. F.; NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. F. *et al.* Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, v. 62, n. 5, p. 427-432, 2005.

PENATTI, C. P.; FORTI, J. A. **Projeto: calcário e gesso em cana-de-açúcar**. Piracicaba, SP: COPERSUCAR, 1993. 79 p.

PEREIRA, E. M. **Substituição do milho por ingredientes alternativos na dieta de tourinhos confinados na fase de terminação**. 2005. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, SP, 2005.

PEREIRA, J. R.; FARIA, C. M. B.; MORGADO, L. B. Efeito de níveis e do resíduo de fósforo sobre a produtividade da cana-de-açúcar em Vertissolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 1, p. 43-48, jan. 1995.

PEREIRA, M. N. **A cana-de-açúcar mais adequada para bovinos.** Parte II. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br>>. Acesso em: Maio 2009

PEREIRA, M. G.; PÉREZ, D. V.; VALLADARES, G. S.; SOUZA, J. M. P. F.; ANJOS, L. H. C. Comparação de métodos de extração de cobre, zinco, ferro e manganês em solos do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 25, n. 3, p. 655-660, jul./set. 2001.

PINA, D. S. **Avaliação nutricional da cana-de-açúcar acrescida de óxido de cálcio em diferentes tempos de armazenamento para bovinos.** 2008. 103 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

PIRES, A. J. V. **Efeito da amônia anidra sobre a conservação e composição químico-bromatológica da quirela de milho (*Zea mays* L.) com alta umidade.** 1995, 70 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1995.

PIRES, A. J. V.; REIS, R. A.; CARVALHO, G. G. P. *et al.* Bagaço de cana-de-açúcar tratado com hidróxido de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 953-957, 2006 (supl.).

PIRES, A. V.; SIMA, J. M. C.; ROCHA, M. H. M. *et al.* Efeito da substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar no consumo de matéria seca, parâmetros ruminais, produção e composição do leite de vacas holandesas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999. CD-ROM.

PONTES, R. A. M. **Cana-de-açúcar in natura ou ensilada com óxido de cálcio e ureia em dietas de ovinos.** 2007. 60 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

PRESTON, T. R. Nutritive value of sugarcane for ruminants. **Tropical Animal Production**, v. 2, p. 125-142, 1977.

QUAGGIO, J. A.; DECHEN, A. R.; RAIJ, B. van Efeitos da aplicação de calcário e gesso sobre a produção de amendoim e lixiviação de bases no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 6, p. 189-194, 1982.

QUEIRÓZ, O. C. M. ; NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P. *et al.* Silagem de cana-de-açúcar comparada a fontes tradicionais de volumosos suplementares no desempenho de vacas de alta produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 358-365, 2008

RABELO, M. M. A.; PIRES, A. V.; SUSIN, I. *et al.* Digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais de bovinos de corte alimentados com rações contendo bagaço de cana-de-açúcar obtido pelo método de extração por difusão ou por moagem convencional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p. 1696-1703, 2008.

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

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. Uso eficiente de calcário e gesso na agricultura. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Brasília, DF, 1984. **Anais...** Brasília, DF: EMBRAPA, 1984. p. 323-347.

RAIJ, B. Van. Nova tabela de adubação e calagem para a cana-de-açúcar. In: SEMANA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE PIRACICABA, 2., Piracicaba, SP, 1997. **Anais...** Piracicaba, SP: ESALQ/IAC, p. 40-42. 1997.

RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. *et al.* (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas, SP: Instituto Agrônomo de Campinas & Fundação IAC, 1996. 255 p. (Boletim Técnico, 100).

RANDEL, P. F. A comparison of the digestibility of two complete rations containing either raw or alkali treated sugar cane bagasse. **J. Agric.**, University of Puerto Rico, p. 18-25, 1972.

RANGEL, A. H. N. **Cana-de-açúcar na alimentação de vacas e novilhas leiteiras em crescimento**. 2005. 69 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.

RANGEL, A. H. N.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; BRITO, A. F.; BRAGA, Z. C. A. C.; Produção, composição do leite e concentração de nitrogênio uréico no soro de vacas alimentadas com cana-de-açúcar corrigida. Caatinga (Mossoró, Brasil), v.21, n.4, p.06-11, out./dez. 2008.

RANJIT, N. K.; KUNG JR., L. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 526-535, 2000.

REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A. Amonização de forrageiras de baixa qualidade. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 1994, Campinas, SP. **Anais...** Campinas, SP: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1994. p. 89-104.

REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A.; PEDROSO, P. Avaliações de fontes de amônia para o tratamento de volumosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n. 4, p. 486-493, 1995.

REXEM, F.; THONSEM, K. V. The effect on digestibility of a new technique for alkali treatment of straw. **Animal Feed Science and Technology**, v. 1, p. 73, 1976.

RIBEIRO, A. C. Calagem. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas**

Gerais: 5^a aproximação. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 4360

RIBEIRO, E. G.; ESTRADA, L. H. C.; FONTES, C. A. A et al. Níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar na alimentação de vacas leiteiras (consumo alimentar). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** São Paulo: SBZ/Gmosis, (2000). CD-ROM.

ROBERTSON, M. J.; WOOD, A. W.; MUCHOW, R. C. Growth of sugarcane under high input conditions in tropical Australia. I. Radiation use, biomass accumulation and partitioning. **Field Crops Research**, v. 48, p. 11-25, 1996.

RODELLA, A. A.; MARTINS, M. Efeitos de fontes e formas de aplicação de fósforo na produtividade da cana-de-açúcar, em cana-planta. **Álcool e Açúcar**, v. 45, n. 8, p. 26-30, 1988.

RODRIGUES, A. A.; CRUZ, G. M.; BATISTA, L. A. R. ; PEDROSO, A. F. LANDELL, M. G. A.; ANJOS, I. A. Teores de minerais em variedades de cana-de-açúcar com potencial para alimentação de bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal, SP: UNESP, 2007.

RODRIGUES, A. A.; CRUZ, G. M.; BATISTA, L. A. R. *et al.* Qualidade de nove variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa, PB: SBZ, 2006.

RODRIGUES, A. A.; CRUZ, G. M.; BATISTA, L. A. R. et al. Qualidade de dez variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFG, 2005.

RODRIGUES, A. A.; ESTEVES, S.N. **Cana-de-açúcar e ureia para alimentação de bovinos na época da seca.** São Carlos: Embrapa-UEPAE, 1992. 30 p. (Circular Técnica, 6)

RODRIGUES, A. de A.; CRUZ, G. M.; BATISTA, L. A. R. *et al.* Efeito da qualidade de quatro variedades de cana de açúcar no ganho de peso de novilhas Canchim. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002. Recife, PE. **Anais...** Recife, PE, 2002.

RODRIGUES, A. A. Potencial e limitações de dietas à base de cana-de-açúcar e ureia para recria de novilhas e para vacas em lactação. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 2., 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, MG, 1999. p. 65-75.

RODRIGUES, A. A.; CRUZ, G. M.; BATISTA, L. A. R. *et al.* Qualidade de dezoito variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001.

ROSSIELO, R. O. P. **Bases fisiológicas da acumulação de nitrogênio e potássio em cana-de-açúcar (*Saccharum* ssp., cv. NA 56-79) em resposta à adubação nitrogenada em Cambissolo.** 1987. 172 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, SP, 1987.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. Dinâmica de nutrientes em cana-de-açúcar – V: balanço de K em quatro ciclos de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n. 9, p. 1323- 1335, set. 1991.

SANTIAGO, A. M. F.; CAMPOS, J. M. de S.; OLIVEIRA, A. S. *et al.* Níveis de ureia na cana-de-açúcar em dietas para vacas leiteiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras, MG. **Anais...** Lavra, MG, 2008. p. 1-3.

SANTOS, F. A. P.; VOLTOLINI, T. V.; PEDROSO, A. M. Balanceamento de rações com cana-de-açúcar para bovinos leiteiros: até onde é possível ir? In: INTERLEITE – SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE, 7., Uberlândia, MG, 2005. **Anais...** Uberlândia, MG, 2005. p. 209-245.

SANTOS, M. C.; NUSSIO, L. G.; MOURÃO, G. B. *et al.* Influência da utilização de aditivos químicos no perfil da fermentação, no valor nutritivo e nas perdas de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p. 1555-1563, 2008.

SANTOS, M. C. **Aditivos químicos para o tratamento da cana-de-açúcar *in natura* e ensilada (*Saccharum officinarum* L.).** 2007. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, SP, 2007.

SANTOS, R. V. **Silagem de cana-de-açúcar em duas idades de corte com diferentes aditivos.** 2004. 65 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2004.

SARMENTO, P. *et al.* Tratamento do bagaço de cana-de-açúcar com ureia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 6, p. 1203- 1208, 1999.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar.** 2006. 252 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, SP, 2006.

SILVA, F. F.; VALADARES FILHO, S. C.; ÍTAVO, L. C. V. *et al.* Consumo, desempenho, e características de carcaça e biometria do trato gastrointestinal e dos órgãos internos de novilhos nelore recebendo dietas com diferentes concentrados e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 268-279, 2005.

SILVA, R. A.; CACERE, E. R.; DIAS, A. C. S. *et al.* Efeito da adição da cal hidratada na cana-de-açúcar picada sobre a composição química e digestibilidade in vitro da matéria seca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 43., 2006, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa, PB: SBZ, 2006b.

SILVA, R. M. N.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C. *et al.* Ureia para vacas em lactação. 1. Consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1639-1649, 2001.

SILVA, T. M.; OLIVEIRA, M. D. S.; SAMPAIO, A. A. M. *et al.* Efeito da hidrólise de diferentes variedades de cana-de-açúcar sobre a digestibilidade ruminal in vitro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 43., 2006, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa, PB: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006a.

SILVEIRA, J. F.; SIQUEIRA, J. O.; GUEDES, G. A. A. Interação fósforo x potássio x calcário em cana-de-açúcar (cana planta). **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 95, n. 1, p. 18-21, 1980.

SILVETRE, R.; MACLEOD, N. A.; PRESTON, T. R. Sugar cane ensiled with urea or ammonia for fattening cattle. **Tropical Animal Production**, v. 1, p. 216-222, 1976.

SOUSA, D. P.; MATTOS, W. R. S.; NUSSIO, L. G. *et al.* Efeito de aditivo químico e inoculantes microbianos na fermentação e no controle da produção de álcool em silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p. 1564-1572, 2008.

SOUZA, A. L.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S. C. *et al.* Casca de café em dietas de vacas em lactação: consumo, digestibilidade e produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2496-2504, 2005.

SOUZA, D. P. **Desempenho, síntese de proteína microbiana e comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com caroço de algodão em substituição à cana-de-açúcar corrigida**. 2003. 79 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.

STEVENSON, F. J. Cycles of soil: carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients. New York: JohnWiley, 1986. 380 p.

TEIXEIRA, C. B. **Determinantes de degradabilidade entre clones de cana-de-açúcar no rúmen de bovinos**. 2004. 70 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2004.

TEIXEIRA, J. R. C. **Efeito da amônia anidra no valor nutritivo da palha de milho mais sabugo e do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) cv. Camerom fornecidos a novilhos nelore em confinamento.** 1990. 97 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1990.

TERMAN, G. L. Yield and protein content of wheat grain as affected by cultivar, N, and environmental growth factors. **Agronomy Journal**, v. 71, p. 437-440, 1979.

THIAGO, L. R. L. S.; GILL, M. Consumo voluntário: fatores relacionados com a degradação e passagem da forragem pelo rúmen. Campo Grande, PB: Embrapa-CNPGC, 1993. 65 p. 1. reimp. (Documentos, 43)

TRIVELIN, P. C. O. **Utilização do nitrogênio pela cana-de-açúcar: três casos estudados com uso do traçador 15N.** Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, SP, 2000.

TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, M. W.; VITTI, A. C. *et al.* Perdas de nitrogênio da ureia no sistema solo-planta em dois ciclos de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 2, p. 193-201, 2002.

TRIVELIN, P. C. O.; VICTORIA, R. L.; RODRIGUÊS, J. C. S. Aproveitamento por soqueira de cana-de-açúcar de final de safra do nitrogênio da aquamônia-15N e ureia-15N aplicado ao solo em complemento à vinhaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, p. 1375-1385, 1995.

VALADADARES FILHO, S. C.; MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L. *et al.* Otimização de dietas à base de cana-de-açúcar. In: SIMCORTE. VI SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6., Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, DZO, 2008. 394 p.

VALADARES FILHO, S. C.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JÚNOR, V. R. *et al.* **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos.** 2. Ed. Viçosa: UFV, DZO, 2006. 329 p.

VALADARES FILHO, S. C.; ROCHA JR., V. R.; CAPPELLE, E. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 297 p.

VALERIANO, A. R.; PINTO, J. C.; ÁVILA, C. L. S. Efeito da adição de *Lactobacillus* sp. na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p.1009-1017, 2009.

VALVASORI, E.; LAVEZZO, W.; LUCCI, C. S. *et al.* Degradação ruminal e digestibilidade em ruminantes alimentados com cana-de-açúcar como substituto da silagem de milho. **Boletim da Indústria Animal**, v. 59, n. 1, p. 31-43, 2002.

VALVASORI, E.; LUCCI, C. S.; ARCAROA, J. R. P. *et al.* A avaliação da cana de açúcar em substituição a silagem de milho para vacas leiteiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 32, p. 224-228, 1995.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. Ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1994

VAZ, F. N.; RESTLE, J. Características de carcaça e da carne de novilhos Hereford terminados em confinamento com diferentes fontes de volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 230-238, 2005.

VELINI, E. D.; NEGRISOLI, E. Controle de plantas daninhas em cana crua. CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu, MG. **Anais...** Foz do Iguaçu, MG, 2000. p. 148-164.

VICTORIA FILHO, R. Controle de plantas daninhas na cultura da cana de açúcar. In: CÂMARA, G. M. S.; DE OLIVEIRA, E. A. M. (Ed.) **Produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba, SP: FEALQ, 1993. p. 174-183.

VIDAURRE, M. B.; CAMPOS, J. M. S.; OLIVEIRA, A. S. *et al.* Cana-de-açúcar picada, fresca ou armazenada, corrigida com diferentes níveis de ureia, na alimentação de bovinos leiteiros em crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008. Lavras, MG. **Anais...** Lavras, MG: SBZ, 2008. p. 1-3.

VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu, SP. **Anais...** São Paulo, SP: SBZ, 1998. p. 73-108.

VILELA, M. S.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C. *et al.* Avaliação de diferentes suplementos para vacas mestiças em lactação alimentadas com cana-de-açúcar: desempenho e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 768-777, 2003.

VITTI, A. C. **Adubação nitrogenada da cana-de-açúcar (soqueira) colhida mecanicamente sem prévia: manejo e efeito na produtividade**. 2003. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2003.

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

VITTI, G. C.; MAZZA, J. A. Panejamento, estratégias de manejo e nutrição da cultura de cana-de-açúcar. **Encarte de Informações Agronômicas**, n. 97, 2002. 16 p.

WOOLFORD, M. K. Microbial screening of food preservatives, colds terilants and specific antimicrobial agents as potencial silage additives. **Journal of Science of Food and Agriculture**, v. 26, p. 229 -237, 1975.

WUTKE, E. B.; ARÊVALO, R. A. **Adubação verde com leguminosas e manejo das plantas infestantes na cana de açúcar**. Campinas, SP, 2006. Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC 198. Campinas-SP.

ZAMBELLO JR., E.; HAAG, H.P.; ORLANDO FILHO, J. Aplicação do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) em soqueiras de cana-de-açúcar para diferentes épocas de amostragem foliar. **Boletim Técnico do Planalsucar**, v. 3, p. 5-32, 1981.

ZOPOLLATTO, M.; DANIEL, J. L. P.; NUSSIO, L. G.. Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 170-189, 2009.