

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**PALHADA RESIDUAL DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp*)
COLHIDA MECANICAMENTE (SEM QUEIMA PRÉVIA): MANEJO,
FERTILIZAÇÃO, INFLUÊNCIA NO PERFILHAMENTO E
PRODUTIVIDADE DA CULTURA.**

DANIELA SOARES ALVES CALDEIRA

Tese apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP –
Campus de Botucatu, para obtenção do
título de Doutor em Agronomia – Área
de Concentração em Energia na
Agricultura.

BOTUCATU – SP
Fevereiro - 2002

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**PALHADA RESIDUAL DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp*)
COLHIDA MECANICAMENTE (SEM QUEIMA PRÉVIA): MANEJO,
FERTILIZAÇÃO, INFLUÊNCIA NO PERFILHAMENTO E
PRODUTIVIDADE DA CULTURA.**

DANIELA SOARES ALVES CALDEIRA

Eng^o. Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Ademércio Antonio Paccola

Tese apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP –
Campus de Botucatu, para obtenção do
título de Doutor em Agronomia – Área
de Concentração em Energia na
Agricultura.

BOTUCATU – SP
Fevereiro - 2002

À minha mãe Maria Lúcia,

À minha irmã Andréia,

Aos meus amores Raquel e Fernanda,

DEDICO

Ao meu pai Tiassu,

Frederico,

Ao meu cunhado

*Aos meus avós Lúcio e Felícia,
(in memoriam)*

Ao João e

A todos os amigos que sempre estiveram presentes, mesmo distantes...

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Ademércio Antonio Paccola, pela amizade, orientação e sugestões para a realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. Dirceu Maximino Fernandes pela colaboração e incentivo demonstrados.

À Dra. Maria Márcia Pereira Sartori, pelo auxílio e amizade.

À Banca Examinadora, pelo enriquecimento através das sugestões apresentadas.

À Usina da Barra, em especial ao Sr. João Paulo Bernardes Teixeira, Sr. Cássio Manin Paggiaro e Sr. Sebastião Santos Ribeiro, que tornaram possível a execução desta pesquisa.

Aos funcionários da Fazenda Bosque, sempre dispostos e atenciosos, em especial à Silvana, Fernando, Marquinho e Agnaldo.

Aos funcionários do Laboratório de Análises de Solos e Plantas, pela disponibilidade e auxílio na execução das análises químicas.

Aos colegas do Departamento de Recursos Naturais, pela amizade e bons momentos de convívio.

Aos professores e colegas do curso de pós-graduação, pelos inúmeros momentos de alegria e satisfação.

À CAPES, pelo importante suporte financeiro dado para a realização da presente pesquisa.

Ao Professor Dr. João Antonio Galbiatti, pelo incentivo no momento exato.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE QUADROS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
1 RESUMO.....	1
2 SUMMARY.....	3
3 INTRODUÇÃO.....	5
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	7
4.1 A Palhada residual da colheita de cana crua	10
4.1.1 Aspectos relacionados ao solo e à produtividade da cultura.....	13
4.2 O uso da vinhaça na cultura de cana-de-açúcar.....	20
4.3 O uso da torta de filtro na cultura de cana-de-açúcar.....	25
4.4 O uso da uréia na cultura de cana-de-açúcar.....	27
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	30
5.1 Localização e caracterização da área experimental.....	30
5.2 Características da planta.....	31
5.3 Tratamentos e delineamento experimental.....	32
5.4 Instalação e condução do experimento.....	36
5.4.1 Aplicação dos fertilizantes.....	36
5.5 Coleta de dados e avaliações.....	38
5.5.1 Características químicas do solo.....	38
5.5.2 Perfilhamento da planta.....	38
5.5.3 Biometria.....	39
5.5.3.1 Número final de colmos por metro linear.....	39
5.5.3.2 Determinação do peso médio por colmo.....	40

5.5.3.3	Altura e diâmetro médio de colmos.....	40
5.5.3.4	Avaliação da produtividade da cultura.....	40
5.5.3.5	Avaliação da produtividade em açúcar.....	41
5.5.4	Quantidade de palhada.....	41
5.6	Análise estatística.....	41
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
6.1	Balanço Hídrico.....	43
6.2	Características químicas do solo.....	45
6.3	Perfilhamento da planta.....	50
6.4	Altura e diâmetro médio de colmos.....	53
6.5	Número final de colmos.....	54
6.5.1	Ano 1 (3º corte).....	54
6.5.2	Ano 2 (4º corte).....	58
6.5.3	Ano 3 (5º corte).....	59
6.6	Produtividade da cultura	63
6.6.1	Ano 1 (3º corte).....	63
6.6.2	Ano 2 (4º corte).....	66
6.6.3	Ano 3 (5º corte).....	68
6.7	Produtividade em açúcar	72
6.7.1	Ano 1 (3º corte).....	72
6.7.2	Ano 2 (4º corte).....	73
6.7.3	Ano 3 (5º corte).....	75
6.8	Quantidade de palhada sobre o campo.....	79
7	CONCLUSÕES.....	81
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82

LISTA DE QUADROS

Quadro	
Página	
1	Análise química nas camadas de 0-25 e 25-50 cm de profundidade, de amostras de solo coletadas antes da instalação do experimento..... 31
2	Análise química de amostras de palhada de cana-de-açúcar, variedade RB806043 coletadas, antes da instalação do experimento..... 32
3	Quantidade de fertilizantes distribuídos nos diferentes tratamentos em cada parcela de 70 m ² 35
4	Características químicas de amostras de torta de filtro e vinhaça, coletadas na instalação do experimento. Dados totais referentes aos materiais em base úmida..... 37
5	Resultados da análise química de amostras de solo coletadas antes da instalação do experimento (inicial) e ao final do 1º ano, na camada de 0 a 25 cm de profundidade, nos diferentes tratamentos (T) para os manejos distintos (M)..... 46
6	Resultados da análise química de amostras de solo coletadas antes da instalação do experimento (inicial) e ao final do 2º ano, na camada de 0 a 25 cm de profundidade, nos diferentes tratamentos (T) para os manejos distintos (M)..... 48
7	Resultados da análise química de amostras de solo coletadas antes da instalação do experimento (inicial) e ao final do 3º ano, na camada de 0 a 25 cm de profundidade, nos diferentes tratamentos (T) para os manejos distintos (M)..... 49
8	Número final de colmos por metro linear, nos diferentes tratamentos (T) e manejos distintos (M), para o 1º ano experimental..... 56
9	Número final de colmos por metro linear, nos diferentes tratamentos (T) e manejos distintos (M), para o 2º ano experimental..... 58
10	Número final de colmos por metro linear, nos diferentes tratamentos (T) e manejos distintos (M), para o 3º ano experimental..... 60
11	Valores médios para número final de colmos, para os diferentes tratamentos (T) e manejos distintos (M), obtidos pela análise de grupos de experimentos, para os três anos experimentais..... 62

12	Produtividade em $t.ha^{-1}$, nos diferentes tratamentos (T) e manejos distintos (M), para o 1º ano experimental.....	63
13	Produtividade em $t.ha^{-1}$, nos diferentes tratamentos (T) e manejos distintos (M), para o 2º ano experimental.....	67
14	Produtividade em $t.ha^{-1}$, nos diferentes tratamentos (T) e manejos distintos (M), para o 3º ano experimental.....	68
15	Valores médios de produtividade da cultura, para os diferentes tratamentos (T) e manejos distintos (M), obtidos pela análise de grupos de experimentos nos três anos experimentais	70
16	Produtividade em açúcar ($t.ha^{-1}$), nos diferentes tratamentos (T) e manejos distintos (M), para o 1º ano experimental.....	73
17	Produtividade em açúcar ($t.ha^{-1}$), nos diferentes tratamentos (T) e manejos distintos (M), para o 2º ano experimental.....	74
18	Produção de açúcar ($t.ha^{-1}$), nos diferentes tratamentos (T) e manejos distintos (M), para o 3º ano experimental.....	76
19	Valores médios de produtividade em açúcar, para os diferentes tratamentos (T) e manejos distintos (M), obtidos pela análise de grupos de experimentos nos três anos experimentais.....	77

LISTA DE FIGURAS

Figura
Página

1	Colheita mecanizada crua com distribuição da palhada sobre o terreno.....	33
2	Manejo M1 – Com palha.....	34
3	Manejo M2 – Sem palha.....	34
4	Manejo M3 – Afastada da linha.....	34
5	Balanço hídrico mensal da região de Igaraçu do Tietê para os anos 1998, 1999, 2000 e 2001.....	44
6	Número médio de perfilhos por metro linear, em cada manejo adotado, para os três anos experimentais em relação ao tempo.....	51
7	Número médio de perfilhos por metro linear, em cada manejo adotado, para os três anos experimentais em relação aos diferentes tratamentos.....	52
8	Altura (m) e diâmetro (cm) médio final de colmos nos diferentes tratamentos (T) em relação aos três manejos (M) adotados, na 1ª colheita.....	55
9	Altura (m) e diâmetro (cm) médio final de colmos nos diferentes tratamentos (T) em relação aos três manejos (M) adotados, na 2ª colheita.....	55
10	Altura (m) e diâmetro (cm) médio final de colmos nos diferentes tratamentos (T) em relação aos três manejos (M) adotados, na 3ª colheita.....	55

1 RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo verificar a possível interferência da palhada residual de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) colhida mecanicamente sem queima prévia na brotação, perfilhamento, crescimento, produtividade da cultura e fertilidade de um solo argiloso, em três anos de cultivo. Para tanto, associou-se a aplicação de diferentes fertilizantes na superfície da palhada a três manejos distintos. Optou-se por manejar a palhada de forma que ela permanecesse inalterada no solo, considerado (M1); fosse totalmente retirada (M2); ou fosse afastada da linha de plantio (M3). Os fertilizantes utilizados foram uréia (T2), torta de filtro (T3), vinhaça (T4) e estes complementados com nitrogênio (T5 e T6), visando verificar a evolução destes tratamentos ao longo dos anos de cultivo.

A pesquisa foi realizada no município de Igaracú do Tietê-SP, em área pertencente à Usina da Barra, utilizando-se a variedade RB806043 em 3º corte. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, seguindo esquema fatorial 3x6 em 3 repetições, totalizando 54 parcelas experimentais de 70 m².

Avaliou-se as características químicas do solo; acompanhamento da brotação e perfilhamento através do levantamento mensal do número de perfilhos.

Foram consideradas as variáveis: número total de colmos industrializáveis da parcela; peso médio por colmo; altura e diâmetro médio de colmos; produção de colmos industrializáveis; análises tecnológicas dos colmos e a quantidade de palhada referente a produção residual dessa cultura.

As médias foram submetidas à análises de variância e comparadas pelo Teste de Tukey. Realizou-se a análise de grupos de experimentos, para verificar a combinação dos resultados nos três anos experimentais.

Não foram observadas variações expressivas que pudessem indicar efeito dos tratamentos sobre a fertilidade do solo, à exceção do K e P, que apresentaram elevações em seus teores, nos tratamentos onde se aplicou vinhaça e torta de filtro, respectivamente. O tipo de manejo ou o tipo de fertilização adotados também não interferiram na altura e diâmetro médio de colmos.

Quanto ao perfilhamento, encontrou-se um número máximo de 23 perfilhos com redução para 13 colmos finais por metro linear. Não se confirmou a influência negativa da palhada na rebrota da cana-de-açúcar.

Destaca-se os tratamentos com fertilização de vinhaça complementada com uréia (T5) e de torta de filtro (T3) como superiores para número final de colmos, produtividade da cultura ($t.ha^{-1}$) e produtividade em açúcar ($t.ha^{-1}$), podendo-se recomendar este tipo de fertilização como prática agrícola.

Pode-se inferir que ao manter-se a palhada no campo a fertilização deve ser realizada, caso contrário, deve-se afastar a palhada da linha de plantio, para obtenção de maiores incrementos para os parâmetros analisados.

RESIDUAL GREEN CANE HARVESTING UNBURNED TRASH: MANAGEMENT, FERTILIZATION, INFLUENCE ON BUDDING, AND YIELD. Botucatu, 2001. Tese (Doutorado em Agronomia - Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: DANIELA SOARES ALVES CALDEIRA

Adviser: ADEMÉRCIO ANTONIO PACCOLA

2 SUMMARY

The aim of this work was to verify the green cane (*Saccharum spp*) harvesting unburned trash interference in budding, tilling, growth, yield and clay soil fertility during a three years period. Different fertilizers were applied to the trash surface in three distinct procedures. Trash was managed in order to be unaltered on the soil (M1); trash was completely withdrawn from soil (M2); trash was withdrawn only from planting line (M3). The used fertilizers were urea (T2), filter cake (T3), vinasse (T4), vinasse + urea (T5), filter cake + urea (T6) and no fertilizers (T1), in order to verify the these treatments behavior along the cultivation years.

The research was performed in Igarapu do Tietê city, in the State of São Paulo, in an area owned by a sugarcane plant named Usina da Barra. The RB806043 was used in the third harvest and the adopted experimental delineating was randomized blocks, factorial scheme 3X6 in three repetitions, totaling 54 experimental splittings of 70 m².

Chemical soil evaluations were performed, and through a monthly survey of the tilling number the budding and tilling evaluation were performed. The

parameters considered were the total number of culms per splitting; average culm weight; average culm height and diameter; industrialized culm yield; culm technological analysis and the amount of trash related to the residual yield of this culture.

Data were submitted to the variance analysis and compared by the Tukey test. The experimental group analysis was performed to verify the results combination in the three experimental years.

Significantly variations that could indicate the effect of the treatment on the soil fertility were not observed, excluding K and P that showed increasing values in the treatments where vinasse and filter cake were applied. The procedure or the fertilization type adopted did not interfere on the culms height and diameter.

Regarding the tilling, the highest number found was 23 reducing to 13 final culms by linear meter. The trash negative influence on the sugarcane re-budding was not confirmed.

The treatments using vinasse + urea (T5) and filter cake (T3) showed higher number of final culms, yield (t.ha^{-1}) and sugar yield (t.ha^{-1}), allowing to indicate this type of fertilization as an agricultural practice.

In conclusion, when the trash is left on the field, the fertilization must be performed or trash has to be removed from plantation lines.

Keywords: green cane, fertilization, trash, sugarcane.

3 INTRODUÇÃO

Considera-se, atualmente, o Brasil como maior produtor mundial de cana-de-açúcar, ainda com enorme potencial de expansão. A queima dos canaviais, antecedendo a colheita de cana-de-açúcar, vem sendo adotada para facilitar e melhorar o rendimento do corte manual e diminuir os acidentes de trabalho. Com isso, a atividade canavieira tem sido alvo de críticas, principalmente no tocante à poluição ambiental, muito embora estes efeitos tenham o respaldo da produção de um combustível menos poluente que a gasolina. A pressão exercida pela sociedade contribuiu para que em 20/09/88 o Decreto Estadual nº 28.895 estabelecesse a proibição da queima em uma faixa de um quilômetro do perímetro urbano das cidades.

Atualmente no Estado de São Paulo, o Decreto nº 42.056, de 06/08/97, proíbe a despalha de cana-de-açúcar por queima, mas fixa um período de transição de 8 anos até a proibição total.

Com isso, observa-se uma nova tendência na realização da operação de colheita, referente a um conceito ecológico aliado à inovação tecnológica para o corte de cana, a colheita de cana crua.

A adoção da colheita mecanizada sem queima prévia, pode ser considerada recente e do ponto de vista técnico aspectos favoráveis e desfavoráveis devem

ser considerados. Torna-se clara a contribuição da cobertura vegetal proporcionada pelo sistema para o solo, em termos de controle de erosão, retenção de umidade, matocompetição, melhoria nas propriedades biológicas, químicas e físicas oriundas da decomposição da palhada na superfície do solo.

Problemas estão relacionados à presença da palhada no campo, tais como o possível retardamento na brotação pela menor incidência de luz, aliada à diminuição da temperatura do solo e aumento da umidade com conseqüente proliferação de doenças; a imobilização de nutrientes minerais, principalmente o nitrogênio, podendo afetar a produtividade da cultura; as dificuldades na operação das máquinas para realização de tratos culturais; problemas operacionais causando perdas e injúrias da soqueira, entre outros. Todos devem ser estudados nas diferentes situações, com o intuito de analisar os impactos desta tecnologia e contribuir com a implementação eficiente deste sistema.

Com a proibição da queima e o aumento da eficiência da colheita mecanizada de cana crua, possivelmente esteja-se caminhando para um manejo sustentado da cultura de cana-de-açúcar, através da manutenção da palhada no sistema e utilização de subprodutos da indústria sucro-alcooleira, fazendo uso mais racional de adubos e mantendo-se assim, um maior equilíbrio com o meio ambiente. (Os impactos, 1999)

Portanto, o presente estudo teve como objetivo analisar a influência de três tipos de manejo e a aplicação de vinhaça; torta de filtro; complementados ou não com nitrogênio na forma de uréia, sobre a palhada, na brotação, perfilhamento, produtividade de colmos e de açúcar e nos parâmetros químicos de um solo argiloso.

4 REVISÃO DE LITERATURA

A cana-de-açúcar é uma das gramíneas mais cultivadas nas regiões tropicais e subtropicais, onde o Brasil é considerado maior produtor mundial e o país com maior potencial de expansão em área plantada. Estima-se que aproximadamente 5,4 milhões de hectares são cultivados em praticamente todos os estados do país, com produção anual em torno de 340 milhões de toneladas de cana. O Estado de São Paulo contribui com 60% da produção, com área total cultivada de cerca de 2,5 milhões de hectares (Gonçalves & Veiga Filho, 1998; Cunha et al., 2001).

A queima dos canaviais, antecedendo a colheita de cana-de-açúcar, é prática adotada para facilitar o corte e diminuir os acidentes de trabalho (Oliveira et al., 1999) e é considerada uma atividade tipicamente poluidora, que degrada o meio ambiente e traz problemas de saúde pública (Goulart, 1997). É um processo adotado pela maioria dos plantadores de cana-de-açúcar que justificam de diversas maneiras o uso de tal prática, como a erradicação anual de pragas e doenças existentes na lavoura, a diminuição da frequência de incêndios acidentais e a maior facilidade nos tratos culturais. No entanto, Lopes (1970) alertou para as desvantagens da queima da palhada tais como, eliminação dos microrganismos necessários às transformações da matéria orgânica e eliminação do húmus

principalmente nas regiões tropicais e subtropicais. Outro inconveniente da queima seria o de favorecer o desenvolvimento da broca da cana-de-açúcar, segundo Meyer (1957) nas lavouras em que a queima da palhada era feita indiscriminadamente registravam-se altas percentagens de infestação da broca da cana.

Esta prática vem sendo questionada, principalmente pela alta emissão de gás carbônico e de gases de nitrogênio e enxofre, que são responsáveis pelas chuvas ácidas. A queima desta palhada lança na atmosfera em torno de 64,8 milhões de toneladas de gás carbônico por ano, que contribuem para a diminuição da qualidade do ar nas cidades e para o aumento do efeito estufa (Os impactos, 1999).

Em contrapartida, Buzolin (1997) citou que para as condições do Havaí, em que cada área é queimada uma vez a cada 24 meses e assumindo que todas as folhas são queimadas, quando se queima 1 ha de cana, a atmosfera recebe ao redor de 3,5 t de gás carbônico e o fogo consome 2,5 t de oxigênio. Durante os 24 meses, a cultura, pela fotossíntese e respiração, remove 220 t de gás carbônico da atmosfera e fornece 140 t de oxigênio.

Rozeff (1995) relatou, a partir de 20 anos de informações do Vale do Rio Grande, Havaí, que a cana ao ser queimada libera apenas 18,2 % de gás carbônico fixado durante o crescimento, e consome apenas 18,1% do oxigênio permanentemente liberado, sugerindo que seu benefício ao meio ambiente é equivalente ao sistema de cana crua.

Através de vôos realizados sobre o Estado de São Paulo em setembro de 1998 e março-abril de 1989, o INPE divulgou níveis reais de poluição causados à atmosfera pelas queimadas em canaviais, constatando sobre as regiões canavieiras analisadas, níveis de 80 ppb de ozônio em época de queimadas, caindo para 30 ppb fora desta época. O nível de ozônio considerado normal é de 20 a 40 ppb ou de 50 ppb

em regiões industrializadas. Quanto ao monóxido de carbono, determinou-se níveis de 600 ppb, enquanto que em março do mesmo ano (época sem queimada), encontrou-se valores da ordem de 100 ppb. O ozônio, tão desejável para a proteção do planeta, prejudica o crescimento das plantas e o sistema respiratório de animais quando se encontra na baixa atmosfera. Por sua vez, o monóxido de carbono é causador de doenças pulmonares e complicações cardíacas (Ripoli, 1991).

Baseando-se nos prejuízos atribuídos à queima da cana-de-açúcar, os diversos segmentos organizados da sociedade vêm reivindicando, há vários anos, medidas governamentais restritivas para tal atividade, tendo como justificativa os efeitos causados sobre a qualidade geral de vida, seja no plano da saúde humana, como em relação à conservação do solo e clima. Essa crescente pressão social contra a queima da cana-de-açúcar provocou, em anos passados, os decretos do Governo do Estado de São Paulo proibindo as queimadas na faixa de 1 km do perímetro urbano e, atualmente, o Decreto nº 42.056, de 06/08/97, proibindo a despalha de cana por queima, mas fixando um período de transição de 8 anos até a proibição total (Gonçalves & Souza, 1998).

Nesse novo sistema de colheita crua, as folhas secas, os ponteiros e as folhas verdes são cortados e lançados sobre a superfície do solo, formando uma cobertura morta, denominada palhada. Esse tipo de colheita cria um ambiente diferente do produzido com a queima, exigindo um novo sistema de produção, que se justifica pelos inúmeros benefícios detectados, como melhor qualidade industrial da cana, maior proteção do solo contra erosão, melhor conservação da umidade do solo, maior atividade microbiana no solo e seu enriquecimento em matéria orgânica, controle de ervas daninhas, suspensão da operação da queima e, principalmente, menor impacto ambiental (Furlani Neto, 1994). O autor também citou as desvantagens desse sistema, como o maior ataque de pragas e doenças, perigo de incêndio na palhada, queda na produtividade de variedades susceptíveis

à palhada, queda na brotação das soqueiras sobre a palhada e difícil utilização deste sistema em áreas não mecanizáveis.

Recentemente, a adoção da colheita mecanizada, sem queima prévia, tem sido observada em aproximadamente 5% da área total plantada no Brasil, concentrando-se na região de Ribeirão Preto- SP (Os impactos, 1999).

4.1 A Palhada Residual da Colheita de Cana Crua

Com o aumento das áreas produtivas e a crescente preocupação com o meio ambiente, a colheita mecanizada de cana crua vem substituindo gradativamente a colheita manual com queima prévia.

Os resíduos gerados pela colheita (ponteiros, palha e folhas verdes) permanecem no solo e ainda não são explorados no Brasil. Até então, eram queimados no sistema de pré-colheita, mas de acordo com Ripoli (1988), poderiam ser incorporados ao solo, melhorando suas propriedades físicas, químicas e biológicas, ou mesmo serem aproveitados como fonte energética na agroindústria.

Pesquisas tem mostrado, que a quantidade de resíduos resultante dessa prática é muito grande, tornando-se problema para as operações de produção da cultura pós-colheita. Com o corte do canavial, sem uso do fogo, restará sobre o solo 1/5 do peso total da cana na forma de palhas e pontas de colmo (Lopes, 1970).

Nota-se uma grande variação na quantidade destes resíduos, Sartori (2001) relatou estas diferenças baseando-se na literatura, variações estas de 6 t.ha⁻¹ a 22,8 t.ha⁻¹ de palhada, atribuindo essa variação à variedade plantada, idade da planta e local de plantio.

Abramo Filho et al. (1993) avaliando a quantidade de resíduos gerados na colheita de cana crua, encontraram 15 t de biomassa seca.ha⁻¹ formando uma camada de palhada (mulch) de 8 a 10 cm de espessura, que ficou sobre a superfície do solo fazendo com que a temperatura sob a palhada e junto ao solo fosse 5^oC menor que a temperatura ambiente, para a variedade SP71-6163, no 3^o corte. A presença deste colchão de palha sobre o solo pode ser responsável pela redução de 52% da produtividade agrícola (t.ha⁻¹) em relação à cana queimada, para a mesma variedade, de acordo com dados obtidos por Orlando Filho et al. (1994). Os autores comentaram que essa quantidade de biomassa será dependente de uma série de condições intrínsecas ao sistema de colheita, como fatores da própria planta, condições de manejo, além das características da máquina colhedora.

A quantidade de palhada deixada no campo é, então, diferente para cada variedade e forma de utilização da mecanização. Ripoli et al. (1991) mensuraram a quantidade de palha e ponteiro, deixados no campo após a colheita e o rendimento agrícola em peso seco de diferentes variedades de cana-de-açúcar. Os resultados foram, respectivamente para resíduos e rendimento agrícola: SP 71-1406 e Na 56-79 = 14 t ha⁻¹ e 75 e 72 t ha⁻¹ ; SP 71-6163 e SP 70-1143 = 11 t ha⁻¹ e 75 e 88 t ha⁻¹ e SP 70-1284 = 7 t ha⁻¹ e 77 t ha⁻¹.

A estimativa da produção média de resíduos para diferentes variedades de cana, em diferentes estágios de corte, foi obtida através de ensaios de campo instalados em Ribeirão Preto e Piracicaba. O potencial de resíduos da cultura (matéria seca) representou, em média, 14% da massa de colmos, ou seja, para cada 1 tonelada de colmos produzida, obteve-se 140 kg de resíduo seco (Projeto BRA/96/631, 1999).

Essas mesmas pesquisas mostram a energia contida nesse resíduo, que quando convertida em calor pela combustão é comparável à do bagaço, tornando-se uma fonte potencial de combustível, confirmando o desperdício em termos energéticos,

que a queimada significa (Ripoli et al.,1991; Ripoli & Villanova, 1992 e Furlani Neto, 1994).

Embora o potencial de utilização da palhada na indústria seja considerável, o seu uso no campo, como “mulch” é o fator principal na mudança do cultivo tradicional da cana-de-açúcar queimada para a cana crua (Alvarez, 1998). Resultados de pesquisas como de Abramo Filho et al. (1993) indicam quais mudanças ocorrem com a presença da palhada no campo, como a diminuição da temperatura do solo, maior umidade e retardamento da brotação.

Em Cuba realiza-se colheita de cana verde em 90% das áreas cultivadas, sendo 74% das áreas com colheita mecanizada. Uma parte da palhada fica no campo e permite conservação de umidade, reposição de nutrientes e redução do uso de herbicidas. Uma parte importante é recuperada e empregada como combustível em caldeiras, na produção de biofertilizante ou como alimento para o gado (Walter, 1993).

Pode-se afirmar que a cana-de-açúcar é uma cultura de grande potencial energético, que além de seus produtos principais: açúcar, álcool e aguardente; utilização de seus subprodutos; apresenta grande contingência de biomassa, estimada em 54 milhões de toneladas por ano (Gonçalves & Veiga Filho, 1998).

4.1.1 Aspectos Relacionados ao Solo e à Produtividade da Cultura

Embora a produtividade média brasileira de cana-de-açúcar tenha apresentado a significativa elevação de 50% nos últimos 20 anos, observa-se que muito ainda pode ser melhorado. Vários são os fatores que regulam a produtividade da cultura, tais como: planta (variedade), solo (propriedades químicas, físicas e biológicas), clima

(umidade, temperatura, insolação), práticas culturais (controle de erosão, plantio, descompactação, erradicação de invasoras), controle de pragas e doenças, colheita, entre outros.

A colheita mecanizada da cana-de-açúcar sem despalha a fogo vem sendo empregada de modo intensivo e com resultados positivos a mais de quinze anos na Austrália e também em Cuba (Gava, 1999).

Furlani Neto et al. (1997) comentaram que para a conservação dos solos agrícolas, a palhada residual da colheita mecânica da cana crua que permanece sobre o terreno, de 13,5 t para a variedade SP71-1406 e 24,3 t para a variedade SP71-6163, contribuem para a diminuição do impacto das gotas da chuva sobre o solo, diminuindo o arrasto do material mineral. Outras observações foram comentadas pelos autores como a vantagem econômica dessa quantidade de resíduos de pós-colheita presentes sobre a área, promovendo um controle às ervas invasoras, reduzindo drasticamente o uso de herbicidas, obtendo uma economia por área de 10% em relação às queimadas. A palhada total remanescente sobre o terreno, proporcionará ao solo retorno de nutrientes, principalmente o nitrogênio e o enxofre.

Essa camada de material vegetal aumenta a infiltração de água no solo, diminui a erosão e a evaporação, melhora sua estrutura e aumenta a sua CTC. É também fonte de nutrientes para a macro e microflora do solo e para a própria cultura (Oliveira et al., 1999).

Bonine Jr. (1993) mostrou aspectos positivos da colheita crua, tais como o aproveitamento da palhada no combate a ervas daninhas, o aumento de matéria orgânica no solo, a redução de perdas de açúcar evitando a exudação, menor impacto ambiental, redução na erosão e lixiviação de nutrientes, conservação da umidade do solo por mais tempo, dentre outras. O autor também apontou aspectos negativos da operação,

principalmente relacionados às suspeitas de inibição da brotação da soqueira devido ao excesso de palhada no campo, perigos de incêndio, aumento de material sem açúcar enviado para a indústria e diminuição da eficiência do transporte de cana.

Neste sentido, Carvalho Soares et al. (1994) comentaram sobre as vantagens já citadas, porém observaram diminuição do custo de produção, diminuição do custo industrial, além do aumento da longevidade da cultura.

A quantidade de palhada deixada no campo oscila, então, entre 13 a 20 t.ha⁻¹ de matéria seca (MS) e é diferente para cada variedade, apresentando vantagens e desvantagens agrônomicas (Abramo Filho et al.,1993) Pode-se citar como desvantagem o possível retardamento da brotação e a redução em até 52% da produtividade agrícola (t.ha⁻¹) conforme observou Orlando Filho et al.(1994) para a variedade SP 71-6163.

Essa quantidade de pontas e folhas depende, conforme já comentado, da variedade, das práticas agrícolas adotadas e da idade da planta. Pode-se demonstrar que existe uma certa correlação entre a quantidade de palhada e o rendimento agrícola em cana limpa (t.ha⁻¹), conforme reportou Ripoli et al.(1991).

A decomposição da palhada pode ser considerada como um fator importante no aumento da produtividade da cultura, conforme considerou Pearson (1960), citado por Gava (1999), que encontrou maiores produções a partir da segunda soca, à medida que a matéria orgânica do 1º e 2º cortes foram incorporadas ao solo.

Alvarez (1998), concluiu que após dois anos de cultivo da soqueira de cana-de-açúcar em Morro Agudo (SP), a cobertura do solo pela palhada teve pouca influência na elevação da produtividade da cultura.

Pesquisas indicam que a decomposição da palhada de cana é baixa de um ano para outro. Após um ano de permanência desta no campo, verificou-se uma

redução na massa de aproximadamente 20%, originária em sua maior parte da descarboxilação do conteúdo celular e da hemicelulose (Projeto BRA/96/631, 1999).

Em contrapartida, Urquiaga et al. (1991), verificaram após 5 anos que das 74 t.ha⁻¹ de matéria seca da palhada depositada na superfície do solo, somente 6 t.ha⁻¹ ficaram como resíduo. Esses resultados indicaram que 81% da palhada foi decomposta, evidenciando que o processo foi relativamente rápido, favorecido pela atividade biológica do solo.

A velocidade de decomposição é comumente relacionada a relação C/N, de tal modo que, resíduos com baixa relação C/N decompõem-se mais rapidamente que resíduos com elevada relação C/N e, neste último caso, há necessidade de uma complementação para se estimular a decomposição e/ou suprir as necessidades da planta (Alexander, 1967).

Se a relação C/N encontrada no material for alta, pode-se esperar que a imobilização do nitrogênio mineral do solo será maior que a mineralização, e consequentemente o processo de decomposição será lento. Tem-se que uma boa relação C/N está em torno de 30/1 (Siqueira, 1983).

A palhada contém principalmente matérias celulósicas e lignina. Galvão et al. (1991) comentaram que a quantidade inicial de nitrogênio está entre os fatores de maior influência sobre a velocidade de decomposição desses materiais.

Estudos visando aumentar a taxa de decomposição da palhada com a incorporação de fontes nítricas ou amoniacais que auxiliam na redução da relação C/N e estimulam a decomposição, têm sido realizados (Katterer et al., 1998; Projeto BRA/96/631, 1999), porém esta incorporação de fertilizantes ainda não é satisfatória, pois os períodos de decomposição são longos, de aproximadamente um ano, conforme relatos de Oliveira et al. (1999).

Geralmente se atribui o efeito desfavorável da palhada exclusivamente à falta de nitrogênio no solo, que ocorre durante sua decomposição, porém esta falta ocorre, quando a palhada fica enterrada. Palhada na superfície, como cobertura morta ou superficialmente incorporada não provoca a falta de nitrogênio no solo para o crescimento vegetal (Primavesi, 1987).

Wood (1969) observou que a presença de material não decomposto no solo do canal resultou numa competição entre os microrganismos do solo e as plantas, pelo nitrogênio, sendo mais acentuado no início da brotação, havendo necessidade de complementação para restabelecer a relação C/N.

Buzolin (1997) apontou para o fato de que a presença da palhada residual pode ou não afetar a resposta da soca de cana-de-açúcar aos elementos minerais do solo, principalmente o nitrogênio, que pode ou não ser imobilizado no solo.

Ng Kee Kwong et al. (1987) verificaram que, houve prejuízo na absorção de nitrogênio do solo, pela cana-de-açúcar, ocasionada pelo emprego de palhada (5 t.ha^{-1}) sobre a superfície do solo, na ausência de fertilização nitrogenada, demonstrando a imobilização do nitrogênio no solo.

A tendência de perfilhamento das gramíneas em geral apresenta duas fases de desenvolvimento, primeiro a ramificação e posteriormente a alongação. Na cana-de-açúcar, há simultaneidade do crescimento dos brotos e da formação de novos perfilhos (Camargo, 1970). Esta característica de perfilhar para estabelecer sua população, pode ser considerado o passo imediato à boa germinação dos toletes. Sua importância reside na formação do número de colmos apropriados para uma boa produção. Os estágios seguintes do desenvolvimento da cultura, conforme citou o autor, são o crescimento (alongação do colmo), que determina a produção de cana e o amadurecimento (formação

de sacarose), que determina a produção de açúcar. Afirmando ainda que as variedades diferem em sua tendência a perfilhar e no número final de colmos na colheita.

Machado (1987) resumiu o padrão de perfilhamento de colmos para a cana-de-açúcar, existindo uma fase inicial onde o perfilhamento é intenso e atinge um número máximo ao redor de 3 a 5 meses; uma fase intermediária onde há morte acentuada de perfilhos, principalmente dos que menos se desenvolveram e a fase final onde o número de perfilhos permanece estável até a colheita.

Somente a partir do 7º mês de idade, o perfilhamento pode ser correlacionado com a produção final de colmos, de acordo com resultados obtidos por Orlando Filho & Rodella (1995).

A intensidade do perfilhamento é influenciada por fatores externos e internos e o mais importante talvez seja a luz. Dillewijn (1960) relatou que se consegue melhor brotação e perfilhamento para a cana soca à medida que se retira a palhada das linhas e se expõem os rizomas à luz e ao calor. Secundariamente, este é afetado pela temperatura, uma vez que a alta luminosidade pode compensar o efeito negativo de temperaturas baixas. Ainda o autor, definiu temperaturas até 30°C como estimulantes do perfilhamento.

A umidade do solo favorece o perfilhamento, assim como um bom nível de nitrogênio. A distância nas linhas e entrelinhas também tem influência, o adensamento aumenta o perfilhamento e o número de colmos industrializáveis, porém existe um espaçamento dito ótimo, que varia para cada variedade, no qual ela tem produção máxima em açúcar e em colmos (Camargo, 1970).

Neste sentido, Rocha (1984) apresentou uma revisão sobre a influência da temperatura, variedade e época de plantio da cana-de-açúcar sobre seu perfilhamento. Os fatores que influenciam no número de colmos industrializáveis são o

número máximo de perfilhos e o decréscimo por competição natural. Para a variedade SP 70-1143, Prado (1988), encontrou um número máximo de 23 perfilhos e um número final de 13 colmos por metro linear, havendo uma queda de aproximadamente 45%.

Orlando Filho & Rodella (1995) observaram que no 2^o mês de idade o perfilhamento já é expressivo, atingindo valor máximo no 4^o mês, época que coincide com o “fechamento” da cultura. Os autores notaram uma significativa queda na população de colmos até aproximadamente o 7^o mês, devido, essencialmente à competição populacional. No 8^o mês ainda observaram uma população de colmos superior a encontrada na colheita, indicando que processos competitivos ainda atuavam neste período.

Esses resultados sugerem que avaliações precoces de produtividade através de contagem de perfilhos, podem resultar em estimativas enganosas em relação à produtividade da cultura.

Alvarez (1998) não encontrou confirmação sobre a influência negativa da palhada na rebrota da cana-de-açúcar. Obteve dados que mostraram uma variação, sem estabilização nítida, após o perfilhamento máximo de 21 perfilhos para a cana crua.

A brotação inicial das soqueiras em área com “mulch” proveniente da colheita de cana crua, conforme Campos & Marconato (1994), é retardada pelo efeito do sombreamento e pela menor temperatura sob a palhada. Contudo, por ocasião da colheita, os autores não observaram diferenças significativas quanto ao número de colmos entre áreas de cana crua, como também diferenças quanto à produtividade.

Carvalho (1996) também observou redução no perfilhamento inicial das variedades SP 70-1143 e RB 72-454 devido à presença da palhada da cana crua, entretanto esta não afetou o número de colmos colhidos.

O diâmetro do colmo é uma medida de crescimento da cana-de-açúcar que vai variar conforme condições gerais da cultura, tais como auto sombreamento, temperatura do ar e luminosidade. Camargo (1970) relacionou o diâmetro de colmos variando em função da luminosidade, de maneira que em alta luminosidade, os colmos são mais grossos e mais curtos, enquanto que em baixa luminosidade, os colmos são mais finos e mais longos.

Analisando o diâmetro de colmos, Alvarez (1998) encontrou que em cana crua o diâmetro é maior quando há maior sombreamento. Para o autor existe correlação positiva entre o diâmetro e a temperatura do solo, ou seja, o aumento da temperatura do solo pode ter determinado maiores valores de diâmetro de colmos para a cana crua.

Diversos autores relataram que o diâmetro de colmos pode ser sensivelmente diminuído e ocorrer redução do perfilhamento provocados pela deficiência de nitrogênio em cana-de-açúcar (Dillewijn ,1960; Camargo, 1970; Orlando Filho & Rodella, 1995).

Alternativas para a remoção parcial da palhada existem, deixando-se no solo quantidades suficientes para manutenção dos benefícios agronômicos. Esta remoção pode ser realizada após a colheita, porém pode formar camadas irregulares e áreas com solo exposto. Considera-se a possibilidade de remover parte da palhada juntamente com a cana, separando-se o resíduo em estações de limpeza na área industrial (Projeto BRA/96/631, 1999).

A decisão quanto à adoção do melhor sistema para o aproveitamento da palhada, deve ser considerado na tentativa de associar seus benefícios à viabilidade técnica e econômica.

4.2 O Uso da Vinhaça na Cultura de Cana-de-Açúcar

A vinhaça é o principal resíduo líquido gerado pelas destilarias na fabricação do álcool, normalmente produzida numa proporção de 12 a 13 litros por litro de álcool produzido. Em função de sua riqueza em matéria orgânica, apresenta elevado índice de DBO, caracterizando-se como material poluente quando descartada em cursos d'água (Orlando Filho, 1983).

O volume produzido tornou-se muito elevado, devido ao crescimento da área de cultivo da cultura para produção de álcool. Mesmo sabendo-se da sua elevada carga poluente, esta era indiscriminadamente eliminada em rios, lagos e áreas produtivas. Para minimizar esse fato muitos trabalhos foram realizados visando identificar seu valor como fertilizante (Robaina, 2000).

A matéria orgânica é o constituinte principal da vinhaça e dentre os elementos minerais, o potássio, juntamente com o cálcio, aparecem em destaque. Dentre os microelementos, o ferro se apresenta em maiores proporções (Orlando Filho, 1983).

Korndörfer & Anderson (1997) divulgaram a composição da vinhaça, com base em estudos realizados, apresentando valores de 0,33 a 0,48 kg.m⁻³ de nitrogênio, 0,04 a 0,27 kg.m⁻³ de fósforo, 1,75 a 2,83 kgm⁻³ de potássio, 0,41 a 1,04 kg.m⁻³ de cálcio, 0,20 a 0,35 kg.m⁻³ de magnésio e 0,45 a 0,55 kg.m⁻³ de enxofre. Os autores afirmaram que o nitrogênio está presente na forma orgânica e coloidal e este é liberado lentamente durante a mineralização. O cálcio, magnésio e o potássio são normalmente encontrados na forma solúvel e a vinhaça contém ainda micronutrientes como manganês, cobre e zinco em quantidades não desprezíveis.

Casagrande et al. (2001) atentaram para a quantidade de enxofre presente no resíduo, onde a aplicação de 150 m³.ha⁻¹ de vinhaça corresponderia a uma

aplicação de 80 kg.ha^{-1} de enxofre, sendo que tem-se verificado que doses da ordem de 20 a 40 kg.ha^{-1} seriam suficientes para prevenir a deficiência deste nutriente.

Os numerosos estudos de composição química da vinhaça foram determinantes para a definição da dose usual a aplicar, mostrando que como já havia sido indicado por Almeida (1966), a variabilidade da sua composição está sujeita a natureza da matéria prima, entre outros fatores.

Sua aplicação pode suprir os nutrientes essenciais para a cultura de cana-de-açúcar e reduzir assim, custos com fertilizantes. Ao aplicar $150 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ de vinhaça, poderia se suprir 61 kg.ha^{-1} de N, 40 kg.ha^{-1} de P_2O_5 , 343 kg.ha^{-1} de K_2O , 108 kg.ha^{-1} de Ca e 80 kg.ha^{-1} de S, além dos micronutrientes também fornecidos (Korndörfer & Anderson, 1997).

Deve-se subordinar a aplicação contínua à determinação analítica prévia; tem sido recomendada a aplicação em torno de 200 kg.ha^{-1} de K_2O (equivalente a adubação mineral) sendo possível aplicar teores mais elevados ao solo devido a sua distribuição ser em área total e não em faixas, como na adubação mineral (Copersucar, 1979).

Tem-se que a aplicação de 35 a $50 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ de vinhaça de mosto de melaço e 80 a $150 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ de vinhaça proveniente de mosto misto e de caldo, não representam perigo de salinização dos solos, assim como, não prejudicam a qualidade da matéria prima em termos de atraso na maturação, diminuição no teor da pol do caldo e maiores aumentos no teor de cinzas (Glória & Orlando Filho, 1984; Kiehl, 1985).

Ganhos na produtividade da cultura advindas dessa fertilização, possivelmente pela adição de matéria orgânica, nutrientes e conservação da umidade, podem reduzir a concentração de açúcar, devido ao crescimento vegetativo muito vigoroso e atraso na maturação (Korndörfer & Anderson, 1997).

Sabe-se que a vinhaça é um resíduo com relação C/N de valor médio a elevado, sendo prática comum sua suplementação com nitrogênio mineral, procurando-se evitar a imobilização deste elemento no solo (Silva et al., 1999).

No estudo dos possíveis efeitos da vinhaça complementada ou não com adubação mineral, Serra (1979), verificou aumento significativo na produção de colmos e pol.ha^{-1} em um solo arenoso, enquanto que em solo argiloso, apenas observou tendência de aumento, verificou também que a adubação nitrogenada foi a que proporcionou aumentos significativos nos parâmetros analisados.

Buzolin (1997), comentou o efeito da suplementação mineral nitrogenada da vinhaça na fertilização da cana soca, tendo como fonte a uréia. Baseado na literatura, relatou respostas significativas para o uso de vinhaça complementada com uréia e em solos de textura argilosa, os efeitos foram mais pronunciados.

Resultados obtidos por Silva et al. (1999) sugerem que a uréia intensifica o processo de mineralização do nitrogênio da vinhaça, devido a uma maior disponibilidade de amônio para a microbiota do solo.

A quantidade de nitrogênio complementar à vinhaça, nas doses de 38 kg.ha^{-1} de N e 200 $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$, utilizada por Almeida (1983) foi considerada excessiva, devido a alta relação C/N da vinhaça, uma vez que no final do período de incubação, praticamente inexistia vinhaça no solo, enquanto restavam 2/3 da complementação nitrogenada.

Em estudo das perdas por volatilização do N da vinhaça com complementação mineral de N-uréia, utilizando ^{15}N , Lara Cabezas et al. (1994) concluíram que estas perdas são mais expressivas em solos argilosos (56,8% em Latossolo Roxo e 12,7 % em Podzólico Vermelho) e que este fato poderia contribuir na explicação das maiores respostas de soqueiras quando a vinhaça é complementada com uréia, neste tipo de solo.

Com a aplicação da mistura vinhaça e uréia, nas áreas com presença de palhada de cana-de-açúcar, Gava et al. (2001) encontraram perdas por volatilização de amônia do fertilizante da ordem de 16% e nas áreas sem a presença da palhada, as perdas foram reduzidas para 2%.

A fertilidade de um solo pode ser aumentada com o emprego da vinhaça, já que as alterações ocasionadas pela adição de elementos químicos essenciais às plantas e da matéria orgânica que se encontra em estado coloidal, influencia no condicionamento físico, químico e biológico do solo, favorecendo, inclusive, a sua conservação (Tibau, 1973).

Ferreira & Monteiro (1986) verificaram o aumento de matéria orgânica no solo pela aplicação de vinhaça e conseqüente aumento na CTC e na soma de bases. Efeitos em propriedades físicas também foram observados como na consistência, na permeabilidade, na aeração, na temperatura e na cor, redução na plasticidade e na coesão do solo, proporcionando aumento na porosidade total e diminuindo a susceptibilidade deste solo à erosão.

Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (1978), que observaram a elevação da CTC e da porcentagem de saturação de bases, K^+ , Ca^{++} e Mg^{++} trocáveis, evidenciando os efeitos benéficos da aplicação de vinhaça nas propriedades químicas do solo.

Glória & Orlando Filho (1984) afirmaram que a cana-de-açúcar é altamente exigente em potássio e que sua deficiência reflete no menor acúmulo de açúcares no colmo, devido a menor fotossíntese e conseqüente diminuição de massa produzida. A diminuição do crescimento e do perfilhamento, além da formação de colmos mais finos e internódios mais curtos também foi relatado por Orlando Filho (1983).

Malavolta (1987) calculou que cerca de 70% do potássio, 30% do nitrogênio e do fósforo do colmo vão para a vinhaça, tornando-se claro o interesse na aplicação do resíduo na própria cultura, para a ciclagem dos nutrientes no solo.

Abramo Filho (1995), estudando a decomposição da palhada de cana-de-açúcar com e sem a aplicação de vinhaça, concluiu que a vinhaça aplicada sobre a palhada, na dose de $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, não contribuiu para a aceleração da decomposição no período de 320 dias. Porém o autor relatou que Diniz (1987), mergulhando folhas da mata tropical em vinhaça e as colocando no solo, observou que estas se decompuseram mais rapidamente do que aquelas que não foram tratadas.

4.3 O Uso da Torta de Filtro na Cultura de Cana-de-Açúcar

A torta de filtro é um resíduo da agroindústria sucroalcooleira de considerado valor como fertilizante orgânico. Tem como constituinte orgânico predominante o bagaço, o qual por sua vez, apresenta em média 38% de celulose, 34 % de hemicelulose e 11% de lignina (Coleti et al., 1980).

Esse resíduo, se não for disposto de forma correta, pode provocar danos ao meio ambiente e a melhor solução para sua eliminação é a aplicação em áreas de plantio visando a redução ou até eliminação da fertilização mineral (Valio et al., 2000).

Efeitos positivos da torta de filtro na fertilização da cana-de-açúcar tem sido relatados por diversos autores (Brasil Sobrinho, 1958; Silva et al. ,1984). Glória et al. (1974) observaram que neste material há a presença de nitrogênio e fósforo em forma orgânica, de liberação lenta, o que favorece o aproveitamento destes nutrientes pela cana-de-açúcar ao longo do seu ciclo.

A produção média da torta de filtro é de 30 kg.t^{-1} de cana moída, sendo sua composição química variável. É um material rico em matéria orgânica, cálcio, fósforo e nitrogênio, porém carente em potássio e magnésio. Dos micronutrientes, o ferro aparece com destaque (Orlando Filho, 1983).

Silva et al. (1984) reportaram que na safra 82/83, estimava-se que o Brasil produziu cerca de 4 milhões de toneladas do resíduo, quantidade esta, que em função de sua composição química média, encerraria 7.000 t de N, 10.800 t de P_2O_5 e 2.500 t de K_2O .

Quanto à sua aplicação, esta pode ser feita em área total e incorporada ao solo antes do plantio; no sulco de plantio (fresca e/ou seca); e na cana soca, sendo incorporada através de operação de cultivo, conforme citou Orlando Filho (1983). O autor relatou ainda, que na Austrália, o resíduo é aplicado, de um modo geral, em área total, na dosagem de 100 a 200 t de torta fresca.ha⁻¹.

A grande vantagem do material está na aplicação em períodos de estiagem prolongada, pois possui efeito restaurador, mantendo a umidade do solo em níveis mais elevados (Valio et al., 2000), contribuindo para aumentar a produtividade e assegurar melhor brotação em plantios realizados em épocas desfavoráveis (Coleti et al., 1980). Alleoni et al. (1995) observaram experimentalmente que nos períodos de inverno o perfilhamento em áreas onde foi utilizada a torta de filtro chega a ser 53% maior.

Albuquerque & Marinho (1979) obtiveram acréscimos de até 24 t de cana.ha⁻¹ com a aplicação de 4 t de torta seca.ha⁻¹ em solo de tabuleiro em Alagoas. Observaram que a torta influenciou positivamente a adubação nitrogenada, porém a quantidade de torta utilizada não foi suficiente para apresentar efeitos residuais.

Coleti et al. (1981) em trabalho conduzido na usina São José de Macatuba, SP concluíram que a torta de filtro usada na dose de 10 ou 20 tha⁻¹ no sulco de

plantio apresentou efeito fertilizante diferente ao obtido com a adubação mineral convencional.

Estudando o comportamento da torta de filtro aplicada no sulco de plantio e a necessidade de complementação do resíduo com nitrogênio e fósforo, Silva et al. (1984) observaram efeitos positivos da complementação da torta de filtro com até 60 kg ha^{-1} de N, promovendo aumento médio de 17 t ha^{-1} de cana em relação aos tratamentos sem complementação. Por outro lado, a complementação com fósforo não apresentou resultados favoráveis, evidenciando que a torta de filtro forneceu totalmente a quantidade de fósforo exigida pela cultura. Resultados semelhantes foram obtidos por Coleti et al. (1981)

4.4 O Uso da Uréia na Cultura de Cana-de-Açúcar

O nitrogênio é um dos elementos mais abundantes na natureza e é de primordial importância para as plantas, onde é constituinte de aminoácidos, proteínas, nucleotídeos e enzimas. O emprego de adubos nitrogenados é um meio rápido e imediato para aumentar a disponibilidade deste elemento no solo, porém o aproveitamento pelas plantas deste fertilizante varia em torno de 50-60% (Buzolin, 1997).

A uréia é uma importante fonte de nitrogênio empregada na fertilização da cultura de cana-de-açúcar. No solo, a uréia é hidrolizada pela ação da urease e o produto desta reação é o carbonato de amônio, que é prontamente hidrolizado, tornando o meio alcalino, propício para perdas de nitrogênio por volatilização da amônia, sobretudo se o adubo estiver localizado na superfície, ou próximo a ela (Mello, 1987).

Embora sendo um gás, a amônia é passível de retenção no solo, principalmente sob forma de amônio. Essa retenção se faz às custas da difusão do gás, sendo

esta influenciada por diversos fatores como textura, porosidade, umidade, entre outros (Kiehl, 1989).

Com a implementação da colheita mecanizada sem prévia despalha a fogo, têm-se verificado que a aplicação de uréia sobre a palhada pode levar a grande perda por volatilização, o que diminuiria a eficiência agronômica desse fertilizante nitrogenado (Gava et al., 2001).

Conforme recomendações de Zambello Jr. & Azeredo (1983), a adubação nitrogenada da soqueira deve ser da ordem de 60 kg.ha^{-1} , entretanto, com a presença de quantidades consideráveis de palhada sobre o solo, este nível deve ser outro, em função das alterações possíveis na dinâmica da matéria orgânica que poderão vir a ocorrer.

Casagrande (1994) afirmou que ocorreram problemas na colocação do fertilizante em profundidade, quando há acúmulo de palhada. Caso o adubo nitrogenado seja aplicado sobre a palhada, a perda de nitrogênio por volatilização de amônia poderá ser significativa.

Na Austrália quando em presença da palhada, a incorporação da uréia no perfil do solo, é prejudicada, resultando também em elevadas perdas de nitrogênio por volatilização. Trivelin et al. (1998) conduzindo experimento no estado de São Paulo, obtiveram resultados semelhantes aos encontrados na Austrália.

Kiehl (1989) concluiu que a aplicação da uréia a 5 cm de profundidade resultou em índices de retenção de amônia até 106% mais elevados que os obtidos com a aplicação superficial. Maiores índices de retenção são desejáveis, porque significam menores perdas de amônia por volatilização.

Para reduzir as perdas por volatilização, Gava (1999) relatou que estudos sugeriam que a aplicação de uréia fosse misturada a um doador de H^+ , e que, como a

vinhaça é um resíduo de ampla utilização, ela poderia ser o doador de prótons e ser aplicada juntamente com o fertilizante.

Lara Cabezas et al. (1994), utilizando ^{15}N para estudar as perdas gasosas da uréia e da complementação da vinhaça com esta fonte nitrogenada, em dois solos, concluíram que as perdas gasosas de N-uréia, após 17 dias de incubação, foram em média de 14 e 22%, respectivamente para um Latossolo Roxo e para um Podzólico Vermelho. Os autores evidenciaram a tendência de ocorrência de maiores perdas quando a uréia foi aplicada em complemento à vinhaça (16% no LR e 26,4% no PV).

Após vinte e cinco dias da aplicação da mistura vinhaça ($100 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$) e uréia ($100 \text{ kg}.\text{ha}^{-1}$), em áreas com presença de palhada de cana-de-açúcar, Gava et al. (2001) encontraram perdas por volatilização de amônia do fertilizante da ordem de 16%, e em áreas onde não havia presença da palhada as perdas foram da ordem de 2%.

Em estudos utilizando ^{15}N , Gava (1999) observou que a eficiência de utilização do nitrogênio da palhada pela soqueira de cana-de-açúcar, quando aplicou-se a uréia misturada à vinhaça sobre a superfície do solo, foi em média de 8%. O autor também observou que mais de 90% do nitrogênio original da palhada e cerca de 44% do nitrogênio da uréia permaneceram no solo ao final do ciclo da soqueira.

Nos diversos estudos de deficiência de nitrogênio em cana-de-açúcar, além do diâmetro dos colmos ser sensivelmente diminuído, a redução do perfilhamento também tem sido destacado por diversos autores (Dillewijn, 1960; Orlando Filho & Rodella, 1995).

Orlando Filho & Rodella (1995) comentaram que no Havaí, o perfilhamento assim como o peso dos colmos e produção de açúcar dependiam mais da dose total de nitrogênio que do fracionamento da aplicação.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização e caracterização da área experimental.

O experimento foi instalado e conduzido em área da Fazenda Bosque, pertencente à Usina da Barra, município de Igaracú do Tietê, estado de São Paulo. Localizado na região centro-sul do Estado de São Paulo, a 480 metros acima do nível do mar, nas coordenadas 22°32'02" Latitude Sul e 48°32'18" Longitude Oeste de Greenwich (IBGE, 1996).

Os dados de precipitação pluviométrica e a temperatura máxima, mínima e média do local, referentes ao período experimental, foram obtidos na estação meteorológica da Usina da Barra, localizada na Fazenda Bosque. De posse destes dados, elaborou-se o balanço hídrico referente ao período experimental, para avaliar a disponibilidade de água, principalmente na fase inicial de perfilhamento.

As características químicas do solo dessa região, classificado como Terra Roxa Estruturada, atualmente denominado NITOSSOLO VERMELHO (Embrapa, 1999) constam no Quadro 01. Os resultados obtidos de cada ano experimental, foram utilizados com a finalidade de verificar a influência da palhada e da aplicação dos

fertilizantes sobre o solo.

Quadro 01. Análise química nas camadas de 0-25 e 25-50 cm de profundidade, de amostras de solo coletadas antes da instalação do experimento.¹

prof. cm	pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	P _{resina} mg/dm ³	H+Al -----mmol _c /dm ³ -----	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
0-25	3,9	20	11	88	1,1	7	2	11	99	11
25-50	4,1	18	7	68	0,7	9	2	11	79	14

prof. cm	Boro -----mg/dm ³ -----	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
0-25	0,16	6,6	22	73,6	0,7
25-50	0,16	5,6	17	44,0	0,5

¹Análise efetuada no Laboratório de Fertilidade do Solo do Depto. Recursos Naturais – Área de Ciência do Solo/FCA/UNESP – Botucatu/SP.

5.2 Características da planta

A variedade utilizada foi a RB806043 que apresenta, segundo UFSCar (1998) as seguintes características: touceiramento médio; colmos semi empalhados; crescimento semi-aberto, mas ereto; diâmetro desuniforme, de fino a médio; cor levemente arroxeada, mas esbranquiçada pela presença de cera; entrenós médios; gemas médias e salientes; folhas de largura e comprimentos médios, eretas e rígidas. A produtividade desta variedade é alta e sua exigência em fertilidade é baixa. Apresenta ótima brotação de soqueira com bom perfilhamento, fechamento entrelinhas médio e pouco tombamento. Seu florescimento é raro e apresenta pouco chochamento. Quanto à maturação, esta é média, apresentando alto teor de sacarose e médio teor de fibras. Possui resistência intermediária ao carvão e à broca, sendo resistente à ferrugem, mosaico, amarelinho, podridão vermelha e escaldadura das folhas. Destaque para a alta capacidade de rebrota e longevidade das soqueiras.

O clima ideal para a cultura é aquele que apresenta duas estações distintas, uma quente e úmida para proporcionar germinação, perfilhamento e

desenvolvimento vegetativo, seguido de outra fria e seca para promover maturação e conseqüente acúmulo de sacarose nos colmos (Manual Técnico, 1977)

O Quadro 02 apresenta a composição química (macro e micronutrientes) da palhada de cana-de-açúcar amostrada antes da instalação do experimento, caracterizando a disponibilidade de nutrientes que poderão ser incorporados ao solo.

Quadro 02. Análise química de amostras de palhada de cana-de-açúcar, variedade RB806043, coletadas antes da instalação do experimento.¹

amostras	N	P	K	Ca	Mg
-----g.kg ⁻¹ -----					
1	4	0,2	1	3	0,7
2	6	0,3	1	4	0,7

amostras	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
-----mg.kg ⁻¹ -----					
1	4	5	1368	166	9
2	5	8	2492	161	13

¹Análise efetuada no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Depto. Recursos Naturais – Área de Ciência do Solo/FCA/UNESP – Botucatu/SP.

5.3 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, seguindo esquema fatorial 3 x 6 em 3 repetições. A colheita foi mecanizada sem queima prévia, com máquina Class Venter Motor OM 443 de 350 cv, distribuindo de forma uniforme a palhada sobre o terreno, conforme pode-se verificar através da Figura 01.



Figura 01. Colheita mecanizada crua com distribuição da palhada sobre o terreno.

Os diferentes manejos foram determinados como se segue:

- Manejo “M1”- Com palha

A palhada foi mantida no campo após a colheita mecanizada sem queima prévia (Figura 02)

- Manejo “M2”- Sem palha

A palhada foi totalmente retirada do terreno, de forma manual. (Figura 03)

- Manejo “M3”- Afastada da linha

A palhada foi afastada da linha de plantio de forma manual, mantendo-a nas entrelinhas. (Figura 04)

Os tratamentos constituíram-se da distribuição superficial, de diferentes fertilizantes em área total da parcela, nos diferentes manejos da palhada, sendo estes vinhaça, torta de filtro e uréia, conforme descritos a seguir:

- Tratamento “T1”: Sem adição de fertilizante
- Tratamento “T2”: Adição de uréia
- Tratamento “T3”: Adição de torta de filtro
- Tratamento “T4”: Adição de vinhaça
- Tratamento “T5”: Adição de vinhaça e uréia
- Tratamento “T6”: Adição de torta de filtro e uréia



Figura 02 Manejo M1 – Com palha



Figura 03 Manejo M2 – Sem palha



Figura 04 Manejo M3 – Afastada da linha

A palhada foi amostrada antes da instalação do experimento, pesada, seca em estufa a 65⁰ e estimada em 1,140 kg.m⁻², valor considerado para os cálculos das quantidades de materiais a serem aplicados. Adotou-se a relação C/N da palhada como sendo de 72/1 e as características químicas da torta de filtro e da vinhaça, foram consideradas as apresentadas por Orlando Filho (1983).

A quantidade de uréia foi definida de forma a promover o acréscimo de nitrogênio, em área total de cada parcela, com a finalidade de reduzir a relação C/N da palhada, de 72/1 para aproximadamente 36/1.

Para a vinhaça e a torta de filtro optou-se por utilizar quantidades usuais para a usina (100 m³.ha⁻¹ e 20 t.ha⁻¹, respectivamente) e nos tratamentos onde tem-se mistura dos fertilizantes com uréia, as quantidades de nitrogênio aplicados foram complementares para o caso da vinhaça e adicionais para a torta de filtro, na tentativa de se equilibrar as quantidades de nitrogênio de cada material (Quadro 03).

Quadro 03. Quantidade de fertilizantes distribuídos nos diferentes tratamentos em cada parcela de 70 m².

Tratamentos	Quantidade/Parcela
(T2)Uréia	910g
(T3)Torta de Filtro	100 kg
(T4)Vinhaça	500 L
(T5)Vinhaça + Uréia	500 L + 72 g
(T6)Torta de Filtro + Uréia	100 kg + 910 g

Foram estabelecidos 3 manejos com 6 tratamentos em 3 repetições, totalizando 54 parcelas experimentais. Cada parcela experimental foi constituída por 5 linhas de cana, medindo 7 m de largura por 10 m de comprimento, com área de 70 m². Cada bloco possuía 90 m x 14 m, totalizando 1260 m², sendo a área total ocupada pelo experimento de 3780 m².

5.4 Instalação e condução do experimento

A área escolhida para condução do experimento foi destinada ao corte mecanizado sem queima prévia desde 1997, sendo o 1º corte realizado em 04/09/1997 e o 2º corte em 31/08/1998 com variedade RB806043 e espaçamento de 1,40 m entre linhas.

O experimento foi instalado em 16/09/1998 onde foram realizadas 3 colheitas para obtenção dos dados analisados posteriormente: a 1ª colheita experimental foi realizada em 18/08/1999 e refere-se ao 3º corte da cultura, a 2ª colheita experimental foi realizada em 16/08/2000 e refere-se ao 4º corte e a 3ª colheita experimental refere-se ao 5º corte e foi realizada em 30/10/2001.

A colheita mecanizada foi feita na área experimental com o intuito de tornar as condições semelhantes às de uma lavoura normal e esta operação foi realizada sempre após a coleta dos dados.

Deve-se salientar que durante o período estudado, não foram realizadas adubações de soqueira, calagem, uso de herbicidas ou mesmo qualquer controle fitossanitário, já que não observou-se ataque de pragas, como a cigarrinha de raízes, muito freqüente na região.

5.4.1 Aplicação dos fertilizantes

Após a realização do manejo da palhada os materiais foram distribuídos em área total da parcela, nas quantidades descritas em 5.2, conforme se segue: a torta de filtro foi espalhada manualmente na superfície da palhada, nos manejos “M1” e da mesma forma, em área total, nos manejos onde se afastou a palhada “M2” e onde esta foi retirada também manualmente da parcela “M3”.

Para a aplicação da vinhaça, anteriormente foi realizado um teste de vazão para definir o tempo exato de aplicação e da rotação da bomba para a quantidade de material estipulada. O caminhão tanque foi colocado próximo à área e uma mangueira foi esticada até as parcelas onde se realizou a distribuição da vinhaça, em área total.

A uréia foi aplicada com regadores, necessitando ser dissolvida em 20 litros de água, previamente. O fertilizante foi distribuído tanto nas linhas como nas entrelinhas de plantio, em área total. Nos tratamentos complementares, a uréia sempre foi aplicada após a vinhaça e a torta de filtro.

A caracterização química da vinhaça e da torta de filtro, que foram aplicadas, constam no Quadro 04 e foram realizadas, em base úmida e em média de 2 repetições.

Quadro 04. Características químicas de amostras de torta de filtro e vinhaça, coletadas na instalação do experimento.¹ Dados totais referentes aos materiais em base úmida.

Amostras	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	MO	C	C/N
-----g.kg ⁻¹ -----									
vinhaça	3,20	0,20	3,00	0,81	0,26	0,03	16,40	9,00	3/1
torta de filtro	5,30	6,50	1,60	2,00	1,90	0,12	181,64	100,11	19/1

Amostras	Cu	Fe	Mn	Zn	Na
----- mg.kg ⁻¹ -----					
Vinhaça	4,00	48,00	7,00	8,00	140,00
torta de filtro	20,00	21600,00	360,00	48,00	75,00

¹Análise efetuada no Laboratório de Análise de Fertilizantes e Corretivos do Depto. Recursos Naturais - Área de Ciência do Solo/FCA/UNESP – Botucatu/SP.

5.5 Coleta de dados e avaliações

Em cada ano experimental, foram determinadas características químicas do solo; acompanhamento da brotação e perfilhamento através do levantamento

mensal do número de perfilhos. Foram consideradas as variáveis: número total de colmos da parcela; peso médio por colmo; altura e diâmetro médio de colmos; produção de colmos industrializáveis; produtividade de açúcar e a quantidade de palhada referente a produção residual dessa cultura. Estes itens serão detalhados a seguir:

5.5.1 Características químicas do solo

As amostragens para coleta de solo foram realizadas nas entrelinhas de cada parcela, logo após a colheita, antes da aplicação dos fertilizantes, na profundidade de 0-20 cm. Utilizou-se para tanto um trado tipo holandês. Após a amostragem, o solo foi seco ao ar e peneirado (malha de 2 mm) para as seguintes determinações: pH, matéria orgânica, acidez potencial ($H+Al$), fósforo, potássio, cálcio, magnésio, capacidade de troca de cátions, saturação de bases, boro, cobre, ferro, manganês e zinco. As análises químicas para fins de fertilidade foram realizadas de acordo com metodologias descritas por Raij & Quaggio (1983). Os resultados obtidos para cada tratamento nos diferentes manejos, referem-se a uma amostra composta pelas três repetições de cada tratamento.

5.5.2 Perfilhamento da planta

Para o acompanhamento da brotação e do perfilhamento da cultura, realizou-se, mensalmente, durante os 4 primeiros meses de cada ano experimental, o levantamento do número de perfilhos de cada parcela. Para tanto, todos os brotos e perfilhos de todas as plantas, foram contados de forma direta, nas 3 linhas centrais de cada parcela.

A partir do 2º ano experimental, realizou-se conjuntamente o acompanhamento do crescimento dos perfilhos, através da medição de todos os perfilhos de todas as plantas contidas em 1 metro na linha central de cada parcela. Para tanto, utilizou-se uma régua graduada, medindo-se cada perfilho da base até o último dewlap. A área compreendida para este fim foi demarcada com o auxílio de bambus para que a medição fosse realizada sempre nas mesmas plantas.

5.5.3 Biometria

A coleta de dados para a determinação da produção de cana-de-açúcar foi realizada de acordo com as recomendações do Método alternativo para medição da produção de cana-de-açúcar, desenvolvido na Universidade Federal de São Carlos – UFSCar (Biometria, 2000), para os três anos experimentais. Desta forma, os resultados puderam ser obtidos previamente à colheita mecanizada do talhão.

5.5.3.1 Número final de colmos por metro linear

O número de colmos final foi determinado antes que a colheita mecanizada fosse realizada, quando a quantidade de colmos já estava estabilizada e antes de um possível tombamento das plantas. Para tanto, foram contados todos os colmos industrializáveis das 3 linhas centrais (nos 10 metros), de todas as parcelas e calculado o número de colmos por metro linear.

5.5.3.2 Determinação do peso médio por colmo

A amostragem para determinação do peso médio por colmo foi realizada juntamente com a avaliação do número de colmos por metro linear, antes da

colheita, nas mesmas 3 linhas centrais. Para tanto, foram colhidos 12 colmos em cada 3 pontos diagonais, o primeiro a 2m na 1ª linha, o segundo a 4 m na 2ª linha e o terceiro ponto amostrado a 2m do final da 3ª linha. Obtendo-se desta forma, 3 feixes de 12 colmos cada, ou seja 36 colmos amostrados.

Os colmos contidos nos 3 feixes foram previamente despontados, despalhados e pesados em balança de campo com capacidade para 100 kg, próxima à área experimental, obtendo-se assim, o peso de 36 colmos por parcela experimental para o cálculo do peso médio por colmo.

5.5.3.3 Altura e diâmetro médio de colmos

Foram também obtidas medidas da altura (m) e do diâmetro (cm) dos 36 colmos amostrados, com o uso de régua graduada e paquímetro, respectivamente. Para a altura, a medida obtida foi referente à base da planta ao último dewlap e o diâmetro foi medido aproximadamente na metade do colmo.

5.5.3.4 Avaliação da produtividade da cultura

A produtividade foi calculada a partir do peso médio dos colmos, obtido através da divisão do peso total por 36 colmos amostrados (item 5.5.3.2). O peso de colmos para a parcela foi obtido pela multiplicação do peso médio por colmo pelo número de colmos contados na biometria (item 5.5.3.1). A partir do peso médio estimado por parcela experimental foi possível calcular a produtividade por hectare. Deve-se lembrar que a parcela amostrada foi de 3 linhas de 10 m, no espaçamento da cultura, que é de 1,40 m.

5.5.3.5 Avaliação da produtividade em açúcar

Em um dos três feixes, contendo 12 colmos, que foram amostrados durante a biometria (item 5.5.3), foram realizadas análises tecnológicas de rotina, no laboratório da Usina Da Barra. Para tanto, os colmos amostrados de cada parcela foram moídos e feita a leitura de Pol através de polarímetro.

O cálculo da produção de açúcar foi feito através da multiplicação da produtividade avaliada (item 5.5.3.4) pela média de Pol % cana obtida através de análise.

5.5.4 Quantidade de palhada

A massa da palhada residual, depositada sobre o solo, foi determinada no início de cada ano experimental, após a colheita da safra anterior e antes da aplicação dos fertilizantes. Para a coleta do material vegetal usou-se o método do quadrado (Abramo Filho, 1995), feito de metal e medindo 39 x 39 cm. Esse medidor era jogado aleatoriamente sobre a palhada e com auxílio de facão, cortava-se e coletava-se a palha nele contida. Foram colhidas três amostras, em área total, para cada ano experimental.

5.6 Análise estatística

Dados originais das variáveis quantitativas foram submetidos à análise de variância e complementados pelo teste de Tukey, sendo verificada a probabilidade de 1% e 5%. Utilizou-se para tanto, o programa STAT versão 2.03, desenvolvido pelo Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP- Jaboticabal.

Com a finalidade de verificar a combinação dos dados nos três anos experimentais, realizou-se a análise de grupos de experimentos, conforme Pimentel Gomes (1984).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Serão apresentados e discutidos, a seguir, os resultados obtidos no presente trabalho, coletados em 3 anos consecutivos, avaliando-se para tanto as propriedades químicas do solo, algumas características agrotecnológicas da cultura de cana-de-açúcar, como o perfilhamento, o número de final de colmos por metro linear, a altura e o diâmetro de colmos, a produtividade (t.ha^{-1}), a produtividade em açúcar (t.ha^{-1}), bem como a quantidade de palhada presente na área.

6.1. Balanço Hídrico

Dados climáticos referentes à área experimental foram obtidos na estação meteorológica pertencente à Usina da Barra, localizada em Igaracú do Tietê. Os balanços hídricos correspondentes ao período experimental estão dispostos na Figura 05.

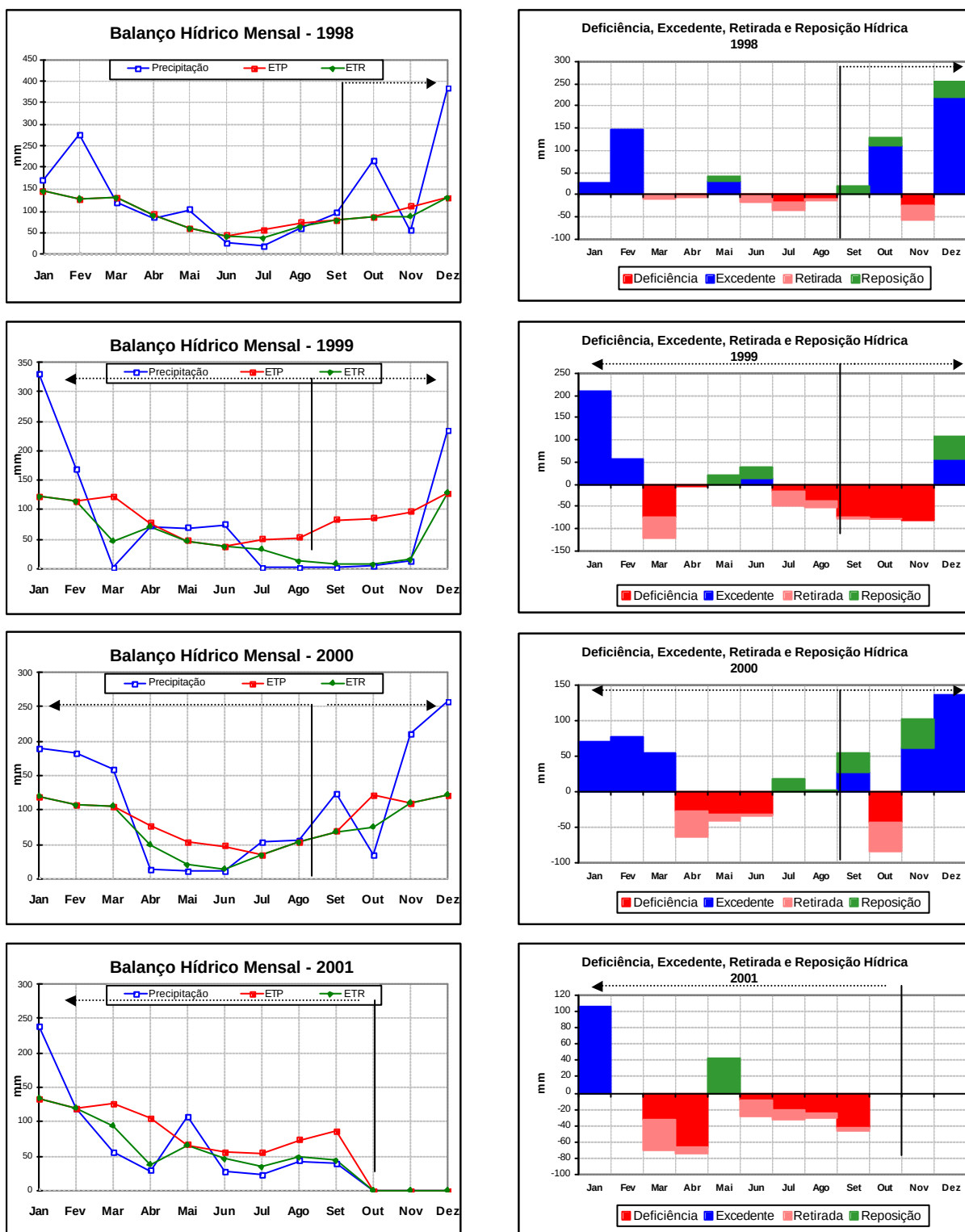


Figura 05. Balanço hídrico mensal da região de Igarapé do Tietê para os anos 1998, 1999, 2000 e 2001

Conforme pode ser verificado, no período referente a setembro de 1998/agosto de 1999 (1º ano experimental) constatou-se excesso de água, devido a

alta precipitação pluviométrica, concentrada nos meses de outubro, dezembro, janeiro e fevereiro. Observou-se períodos de deficiência hídrica, nos meses de novembro, março, julho e agosto.

Para o período referente ao 2º ano experimental (agosto de 1999/agosto de 2000), houve déficit hídrico nos meses de agosto, setembro, outubro, novembro, meses estes referentes à brotação, perfilhamento e desenvolvimento inicial da cultura. A umidade do solo é importante fator ambiental, pois o déficit hídrico é o principal causador de estresse para as plantas. (Camargo, 1970). Constatou-se também nos meses de abril, maio e junho, porém esta época de seca torna-se favorável para promover a maturação e conseqüente acúmulo de sacarose nos colmos, conforme reportaram et al. (1987), reforçando que as melhores condições climáticas para determinar alta produtividade em sacarose da cultura são durante a fase de crescimento, um período quente, úmido e com alta radiação solar e durante as fases de maturação e colheita, um período seco, ensolarado e mais frio.

Analisando-se o balanço hídrico referente à agosto de 2000/setembro de 2001 (3º ano experimental), encontrou-se discretos períodos com excedente de água, nos meses de novembro, dezembro e janeiro. A deficiência hídrica é marcante nos meses de março, abril, junho, se estendendo a outubro.

6.2 Características químicas do solo

Conforme análise dos Quadros 05, 06 e 07, serão apresentados os resultados obtidos e discutidos quanto ao efeito dos tratamentos (T) nos diferentes manejos (M), comparados à condição inicial (antes da instalação do experimento), nos três anos experimentais, referentes ao 3º, 4º e 5º cortes.

Quadro 05. Resultados da análise química de amostras de solo coletadas antes da instalação do experimento (inicial) e ao final do 1º ano, na camada de 0 a 25 cm de profundidade, nos diferentes tratamentos (T) para os manejos distintos (M).¹

	pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	P _{resina} mg/dm ³	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
	-----mmol _c /dm ³ -----									
Inicial	4,0	20	11	72	1,5	6	2	10	81	12
(T1)	3,8	23	14	61	0,8	6	2	9	70	12
(T2)	3,7	20	13	68	1,1	5	2	8	76	10
(T3)	3,6	22	16	75	0,8	6	2	9	84	10
(T4) (M1)	3,6	23	12	84	1,1	4	1	7	90	7
(T5)	3,7	24	11	75	1,4	6	2	10	85	12
(T6)	3,7	25	9	98	1,2	4	1	6	105	6
(T1)	3,8	28	17	88	1,3	6	2	10	98	10
(T2)	4,1	24	27	61	1,0	9	2	12	73	16
(T3)	4,0	26	23	80	0,9	8	3	12	91	13
(T4) (M2)	3,9	23	9	64	1,2	6	2	9	73	12
(T5)	3,7	25	14	61	1,0	7	3	11	72	15
(T6)	3,7	25	17	64	0,9	6	2	9	73	12
(T1)	3,9	26	20	58	0,9	7	3	11	69	16
(T2)	3,5	24	11	72	1,0	4	1	6	78	8
(T3)	3,6	24	14	84	1,3	5	2	8	92	8
(T4) (M3)	3,9	23	14	75	1,2	6	2	9	84	10
(T5)	3,9	25	11	88	1,4	6	2	9	97	9
(T6)	3,7	19	19	88	1,3	6	2	9	97	9

¹Análise efetuada no Laboratório de Fertilidade do Solo do Depto. Recursos Naturais – Área de Ciência do Solo/FCA/UNESP – Botucatu/SP.

Para os dados coletados no 1º ano experimental (Quadro 05), pode-se observar alterações no teor de matéria orgânica do solo em todos os tratamentos, nos diferentes manejos. Este efeito sobre a matéria orgânica não pode ser atribuído à presença da palhada, pois nota-se este acréscimo também no manejo onde a palha é retirada (M2) e em todos os tratamentos que não sofreram adição de fertilizantes (T1). Segundo Krutman, citado por Buzolin (1997) estas alterações podem ser explicadas pela quantidade de matéria seca proveniente da massa do sistema radicular (raízes e colmos subterrâneos) renovado a cada ciclo da cultura, que gira em torno de 7 t.ha⁻¹ por ciclo.

Nota-se uma tendência na redução do pH do solo (Quadros 05, 06 e 07), para os diferentes tratamentos em todas as condições de manejo, ao se comparar a condição inicial e condição posterior à adição dos fertilizantes.

O Quadro 06 apresenta dados referentes ao 2º ano experimental, podendo-se notar variação no teor de matéria orgânica do solo em todos os tratamentos, nos diferentes manejos. Esta oscilação pode ser atribuída à variabilidade normal observada em amostragens de solo ou à redução na contribuição da biomassa para este parâmetro, neste ano, pela escassez de água apresentada no período (Figura 05).

Nos tratamentos onde se aplicou a vinhaça (T4 e T5) observa-se um aumento expressivo no teor de potássio, parecendo este ser mais elevado nos manejos sem palha (M2) e com a palha afastada (M3). A possível explicação para tal efeito está na própria composição da vinhaça (3,0 g/kg de K₂O total) e no fato desta se encontrar na forma líquida, facilitando o contato direto com o solo. Buzolin (1997) também aplicando vinhaça sobre a palha e sobre o solo nu, reportou sobre a possibilidade da retenção da vinhaça na própria palha com conseqüente redução no seu aproveitamento, enquanto que em solo nu, sua aplicação em área total e forma líquida favoreceriam a distribuição do elemento no solo.

Através dos dados apresentados também pode-se notar acréscimos nos teores de fósforo, principalmente nos tratamentos com adição de torta de filtro (T3 e T6), explicados pelos altos teores deste elemento encontrados no resíduo.

A redução do pH do solo também é notada no 2º ano experimental para os diferentes tratamentos em todas as condições de manejo, conforme pode se observado no Quadro 06.

Quadro 06. Resultados da análise química de amostras de solo coletadas antes da instalação do experimento (inicial) e ao final do 2º ano, na camada de 0 a 25

cm de profundidade, nos diferentes tratamentos (T) para os manejos distintos (M).¹

	pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	P _{resina} mg/dm ³	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
	-----mmol _c /dm ³ -----									
Inicial	4,0	20	11	72	1,5	6	2	10	81	12
(T1)	3,7	18	5	98	1,3	7	1	10	108	9
(T2)	3,6	28	10	135	1,0	9	1	11	146	8
(T3)	3,7	20	28	128	1,4	11	2	14	142	10
(T4) (M1)	3,5	16	10	150	2,1	7	2	11	161	7
(T5)	3,7	15	11	115	2,2	9	2	14	129	11
(T6)	3,6	15	17	109	1,5	7	1	10	119	8
(T1)	3,6	16	5	128	0,9	8	2	11	138	8
(T2)	3,6	15	7	115	1,0	7	2	10	125	8
(T3)	3,6	16	13	128	1,0	10	2	13	141	9
(T4) (M2)	3,7	16	10	115	2,9	8	2	13	128	10
(T5)	3,7	16	9	135	2,1	9	2	13	148	9
(T6)	3,6	15	13	142	1,1	9	2	12	154	8
(T1)	3,7	18	10	128	1,1	9	2	12	140	9
(T2)	3,6	15	9	158	0,8	7	1	9	167	5
(T3)	3,7	16	20	98	1,4	10	2	13	112	12
(T4) (M3)	3,6	16	11	121	2,0	9	2	13	134	10
(T5)	3,6	16	8	121	2,9	8	2	13	134	10
(T6)	3,7	16	24	98	1,2	10	2	13	112	12

¹Análise efetuada no Laboratório de Fertilidade do Solo do Depto. Recursos Naturais – Área de Ciência do Solo/FCA/UNESP – Botucatu/SP.

As mesmas tendências mencionadas anteriormente são observadas para o 3º ano experimental (Quadro 07) e de um modo geral, pode-se inferir que não houveram grandes variações nos parâmetros químicos do solo, apenas uma tendência à redução no pH, em relação os sucessivos cultivos e por consequência estabilidade acima dos valores iniciais para (H+Al). Esses resultados poderiam ser esperados, uma vez que não se fez calagem e as adubações visando a nutrição da planta, apenas foram realizadas no plantio, 1º e 2º cortes, antes da instalação do experimento.

Quadro 07. Resultados da análise química de amostras de solo coletadas antes da instalação do experimento (inicial) e ao final do 3º ano, na camada de 0 a 25 cm de profundidade, nos diferentes tratamentos (T) para os manejos distintos (M).¹

	pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	P _{resina} mg/dm ³	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
	mmol/dm ³									
Inicial	4,0	20	11	72	1,5	6	2	10	81	12
(T1)	3,8	18	10	109	1,1	5	2	9	118	8
(T2)	3,7	20	9	142	0,8	4	2	6	148	4
(T3)	3,8	26	13	128	1,0	7	2	10	138	7
(T4) (M1)	3,7	27	7	128	1,8	5	2	8	136	6
(T5)	3,8	25	5	115	2,3	5	3	10	125	8
(T6)	3,7	23	17	128	1,2	5	2	7	135	5
(T1)	3,7	22	8	121	1,3	5	1	7	128	6
(T2)	3,7	22	9	142	2,0	5	2	8	150	6
(T3)	3,8	23	15	98	1,4	7	2	11	109	10
(T4) (M2)	3,8	21	10	115	3,3	6	3	12	124	10
(T5)	3,9	21	15	109	3,5	6	3	13	122	11
(T6)	3,8	23	23	128	1,3	6	2	10	137	7
(T1)	3,7	22	10	121	1,1	7	3	11	133	9
(T2)	3,7	23	11	121	1,0	5	2	7	128	6
(T3)	3,7	23	42	135	1,5	6	2	10	144	7
(T4) (M3)	3,7	23	11	128	1,4	4	1	6	134	5
(T5)	3,7	21	8	109	2,0	5	3	10	120	9
(T6)	3,6	22	27	142	1,2	5	2	9	151	6

¹Análise efetuada no Laboratório de Fertilidade do Solo do Depto. Recursos Naturais – Área de Ciência do Solo/FCA/UNESP – Botucatu/SP.

Destaca-se o efeito da fertilização utilizando vinhaça para promover incrementos nos teores de potássio, nos sucessivos anos evidenciando-se também a contribuição da torta de filtro como fonte de fósforo para o solo, amplamente reportados pela literatura. (Silva et al., 1978; Silva et al., 1984; Coleti et al., 1980; Orlando Filho, 1983; Ferreira & Monteiro, 1986; Korndorfer & Anderson, 1997).

6.3 Perfilhamento da planta

Machado (1987) resumiu o padrão de perfilhamento de colmos para a cana-de-açúcar, existindo uma fase inicial onde o perfilhamento é intenso e atinge um número máximo ao redor de 3 a 5 meses; uma fase intermediária onde há morte acentuada de perfilhos, principalmente dos que menos se desenvolveram e a fase final onde o número de perfilhos permanece estável até a colheita. Pode-se verificar tal fato nos resultados apresentados pela Figura 06. Para o 1º ano experimental, nos

diferentes tratamentos e para os três manejos adotados, há uma tendência de crescimento logo nos primeiros meses, com perfilhamento máximo em média de 17 perfilhos, ao redor dos 125 dias, decaindo para em média 11 perfilhos por ocasião da colheita, representando uma queda de 35%.

Nos resultados obtidos para o 2º ano, nota-se uma queda do número máximo de 23 perfilhos, encontrada ao redor dos 129 dias, para 15 perfilhos finais, semelhante ao observado por Orlando Filho & Rodella (1995) onde o valor máximo de perfilhamento foi atingido no 4º mês, época que coincide com o “fechamento” da cultura. A redução de 35% no número de perfilhos na colheita, também foi reportada pelos autores.

Quanto ao número máximo de perfilhos, estes resultados concordam com Prado (1988), que para a variedade SP 70-1143, encontrou um número máximo de 23 perfilhos e um número final de 13 colmos por metro linear, havendo queda de aproximadamente 45%, enquanto que Rocha (1984), encontrou um máximo de 26 colmos/ metro linear, decaindo para 13 colmos/metro linear

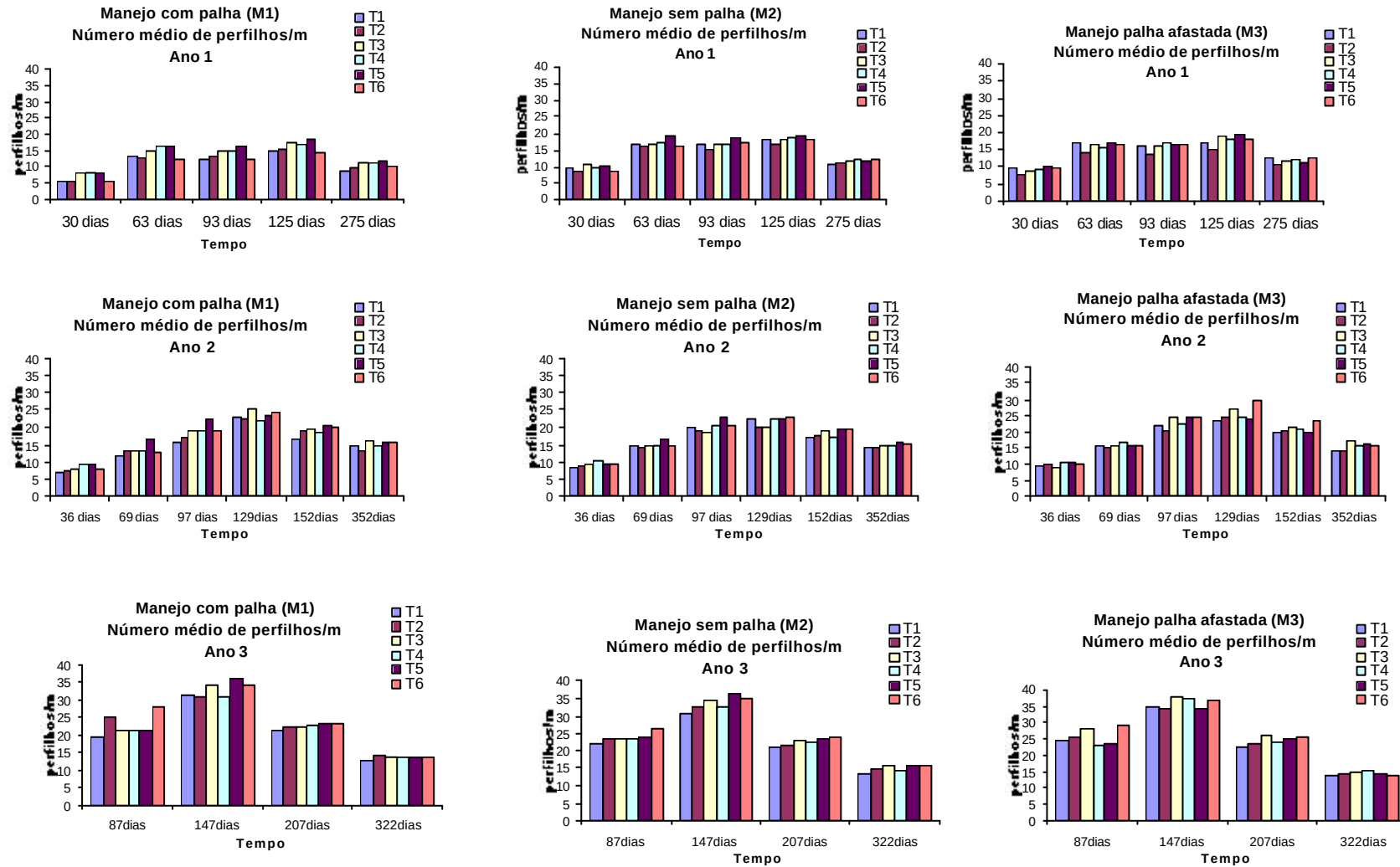


Figura 06 Número médio de perfilhos por metro linear, em cada manejo adotado, para os três anos experimentais em relação ao tempo.

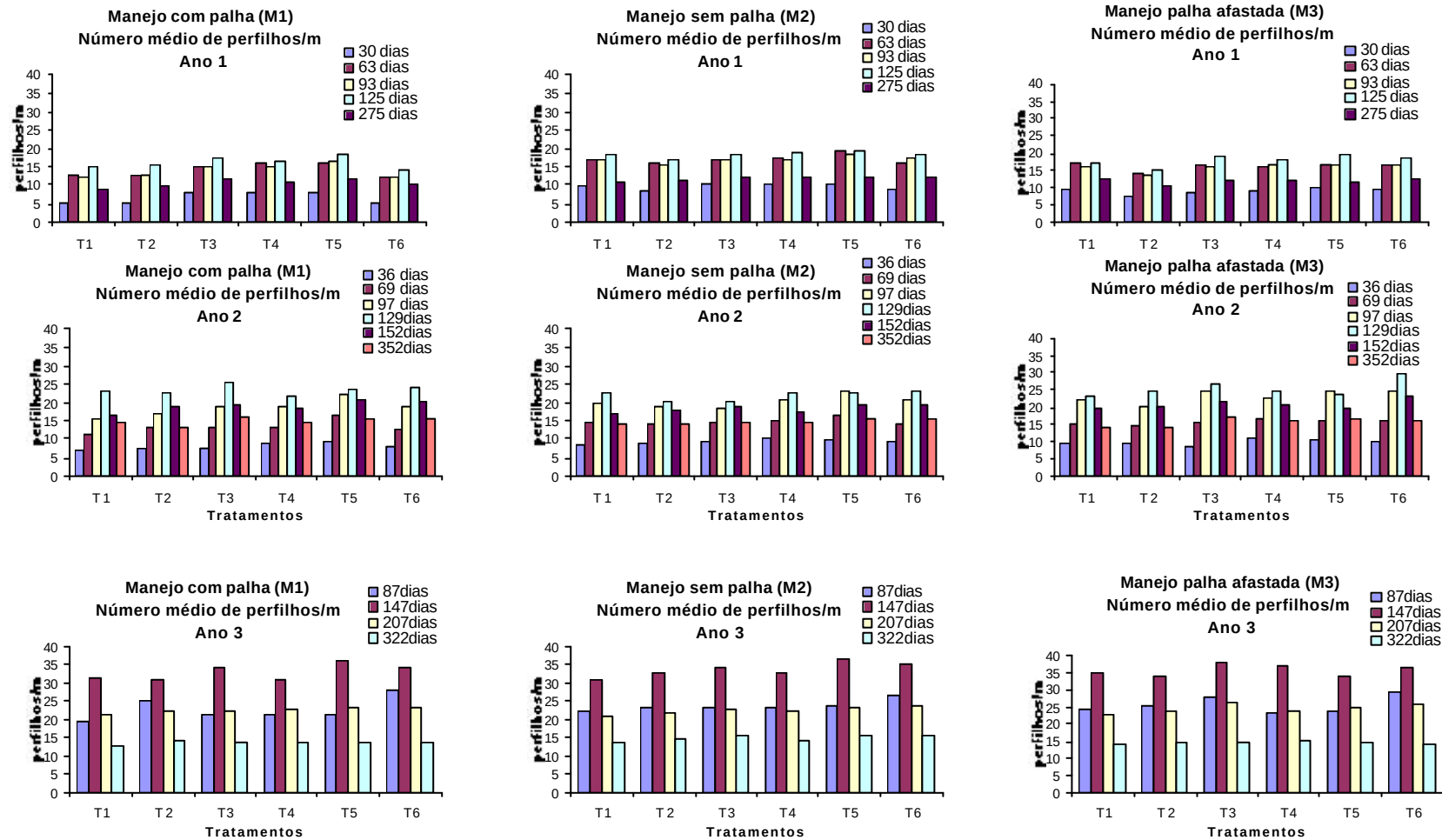


Figura 07 Número médio de perfilhos por metro linear, em cada manejo adotado, para os três anos experimentais em relação aos diferentes tratamentos.

O perfilhamento máximo no 3º ano experimental, foi de 34 perfilhos encontrados ao redor dos 147 dias. No 7º mês ocorreu uma redução de 32% em média para os três manejos adotados e por ocasião da colheita, a redução observada foi acima de 58%.

As reduções no perfilhamento observadas nos três anos experimentais são inferiores às encontradas na literatura, à exceção do 3º ano, onde a redução no número médio de perfilhos para os três manejos mostrou-se superior, mesmo quando comparado aos demais anos. As possíveis explicações para tal fato podem estar associadas ao período de déficit hídrico encontrado neste período (Figura 05).

Quanto aos diferentes manejos adotados, conforme pode-se notar na Figura 07, não parece haver efeito negativo da palha, reduzindo o perfilhamento da cultura, porém o efeito deste no número final de colmos, por ocasião da colheita, será avaliado posteriormente. Concordante com tal fato, Alvarez (1998) não encontrou confirmação sobre a influência negativa da palha na rebrota da cana-de-açúcar. Obteve dados que mostraram uma variação, sem estabilização nítida, após o perfilhamento máximo de aproximadamente 21 perfilhos para a cana crua. Redução no perfilhamento devido à presença da palhada proveniente do corte da cana crua são reportadas por diferentes autores (Campos & Marconato, 1990 e Carvalho, 1996), entretanto não afetando o número de colmos colhidos, nem mesmo apresentando diferenças quanto à produtividade da cultura.

6.4 Altura e diâmetro médio de colmos

Tem-se que ao longo do ciclo da cultura, o crescimento dos colmos varia, em geral com o fotoperíodo, bem como se reduz à medida que a

temperatura diminui, havendo assim armazenamento de açúcares (Camargo, 1970).

O diâmetro do colmo é uma medida de crescimento da cana-de-açúcar que varia de acordo com as condições gerais da cultura, tais como auto-sombreamento, temperatura do ar e luminosidade, conforme reportou Alvarez (1998).

Neste sentido, pode-se constatar através das Figuras 08, 09 e 10, que de um modo geral, ao se considerar a altura e o diâmetro dos colmos, a variação observada entre os diferentes tratamentos é ínfima, mesmo ao se considerar os três anos experimentais, podendo-se inferir que o tipo de manejo ou o tipo de fertilização adotada não interfere nesta variável analisada.

A deficiência hídrica observada nos períodos referentes ao 2º e 3º anos experimentais (Figura 05) pode ter afetado o crescimento inicial dos colmos, conforme é reportado na literatura, porém não teve influência na altura e no diâmetro médio final dos colmos amostrados antes da colheita.

6.5 Número final de colmos

6.5.1 Ano 1 (3º corte)

Os resultados referentes ao 1º ano experimental encontram-se no Quadro 08 e, pode ser observado que os tratamentos onde se utilizou a torta de filtro (T3), vinhaça (T4) e vinhaça + uréia (T5), apresentaram diferença significativa em relação ao tratamento sem adição de fertilizantes (T1), quando a palha é deixada sobre o campo (M1).

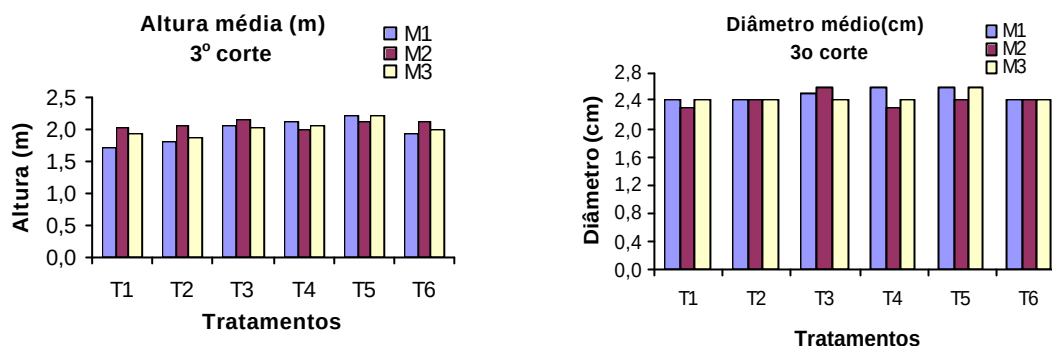


Figura 08 Altura (m) e diâmetro (cm) médio final de colmos nos diferentes tratamentos (T) em relação aos três manejos (M) adotados, na 1ª colheita.

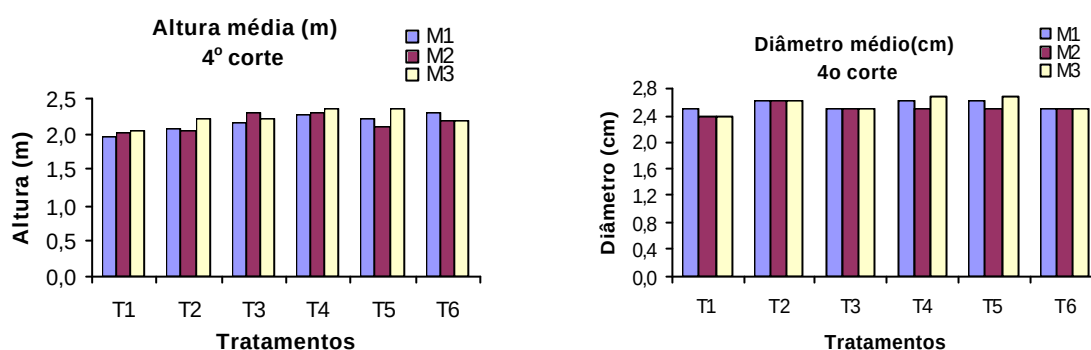


Figura 09 Altura (m) e diâmetro (cm) médio final de colmos nos diferentes tratamentos (T) em relação aos três manejos (M) adotados na 2ª colheita.

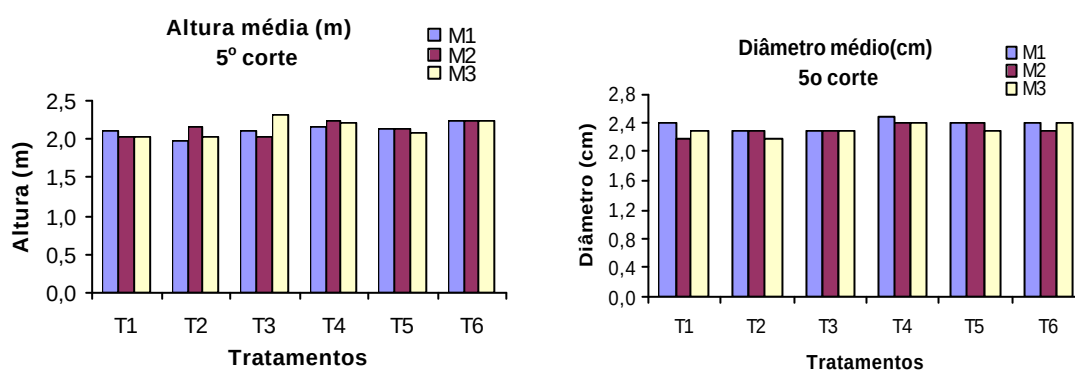


Figura 10 Altura (m) e diâmetro (cm) médio final de colmos nos diferentes tratamentos (T) em relação aos três manejos (M) adotados na 3ª colheita.

Quadro 08. Número final de colmos por metro linear, nos diferentes tratamentos (T) e manejos distintos (M), para o 1º ano experimental.

	Com palha ** (M1)	Sem palha (M2)	Afastada da linha* (M3)	Valores de F
(T1)Sem adição**	8,83 ^{bA}	10,87 ^B	12,43 ^{abB}	13,03
(T2)Uréia	9,80 ^{ab}	11,33	10,37 ^b	2,40
(T3)Torta de filtro	11,60 ^a	12,03	11,93 ^{ab}	0,20
(T4)Vinhaça	11,03 ^a	12,23	12,13 ^{ab}	1,77
(T5)Vinhaça + uréia	11,67 ^a	12,03	11,50 ^{ab}	0,30
(T6)Torta + uréia**	10,30 ^{abA}	12,33 ^B	12,60 ^{abB}	6,33
Médias	10,54	11,80	11,82	---
Valores de F	4,92	1,34	2,65	(2,20*)

** significância a 1 %

* significância a 5%

- (*) significância da interação adubação x manejo
- Letras minúsculas indicam significância no teste de Tukey por coluna
- Letras maiúsculas indicam significância no teste de Tukey por linha
- médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey.
- ausência de letras após as médias, mostram a não significância da ANAVA.

Retirando-se a palha (M2) nenhum tratamento apresentou diferença significativa, para o número final de colmos, já quando a palha é afastada das linhas de plantio (M3), os tratamentos com adição de uréia (T2) e torta de filtro + uréia (T6) apresentaram diferenças significativas entre si.

Em relação aos diferentes manejos, pode-se observar que somente no tratamento sem adição de fertilizante (T1) e no tratamento torta + uréia (T6), o manejo com palha (M1) diferiu dos outros manejos, apresentando menor número final de colmos. Nota-se que houve interação entre manejo e tratamentos para esta variável analisada.

Ao se comparar o aumento no número de colmos final, proporcionado pelo efeito da fertilização (em relação a T1), verifica-se que este é de aproximadamente 32% quando adiciona-se vinhaça + uréia (T5), é de 31% adicionando-se torta de filtro (T3) e de 25% com adição de vinhaça (T4), ao deixar-se a palhada no campo (M1).

No manejo sem palha (M2) observa-se um acréscimo de 13% no número final de colmos ao adicionar-se torta de filtro + uréia (T6) e vinhaça (T4) com relação a não adição de fertilizante (T1).

De um modo geral, observa-se uma redução no número final de colmos para os tratamentos com fertilização no manejo onde a palha é afastada da linha (M3), apenas o tratamento onde se adiciona torta de filtro + uréia (T6) promoveu acréscimo de apenas 1% no número de colmos final.

Pode-se ressaltar que o manejo com palha (M1) sem a utilização de fertilizantes (T1) reduz em até 23% o número de colmos final ao se comparar com o manejo sem palha (M2), considerado convencional. Quando a palha é afastada da linha de plantio (M3), observa-se um acréscimo de 14%, sugerindo que para este ano experimental, os melhores resultados foram obtidos quando é manejada a palha, afastando-a da linha de plantio (M2) ou realizando a fertilização ao optar-se por manter a palha no campo (M1).

Confrontando os resultados obtidos, independente do tipo de fertilização, observa-se que o número final de colmos é inferior, quando comparado `a resultados experimentais da Usina da Barra¹, no 2º corte, indicando que em média tem-se 15 colmos por metro, quando a variedade RB806043 é colhida crua, neste tipo de solo. Esta queda pode estar relacionada à fatores climáticos, como o excesso de água devido a alta precipitação pluviométrica (Figura 05) encontrada no período de brotação e perfilhamento da cultura, principalmente no manejo com palha (M1).

6.5.2 Ano 2 (4º corte)

¹ Fonte: USINA DA BARRA, 1998. (Informação técnica não publicada)

Conforme pode-se observar através do Quadro 09, o tratamento que não recebeu fertilizantes (T1) e o tratamento com adição de uréia (T2) apresentaram diferença significativa em relação ao tratamento com adição de torta de filtro (T3) quando a palha foi afastada da linha (M3). Os demais manejos (M1) e (M2) não apresentaram diferença significativa, para o 2º ano experimental (4ª corte). Este efeito também foi observado sobre as médias dos tratamentos.

Quadro 09. Número final de colmos por metro linear, nos diferentes tratamentos (T) e manejos distintos (M), para o 2º ano experimental.

	Com palha (M1)	Sem palha (M2)	Afastada da linha* (M3)	Valores de F
(T1) Sem adição	14,60	14,13	14,13 ^b	---
(T2) Uréia	13,17	14,13	14,17 ^b	---
(T3) Torta de filtro	16,07	14,73	17,10 ^a	---
(T4) Vinhaça	14,60	14,70	16,03 ^{ab}	---
(T5) Vinhaça + uréia	15,47	15,73	16,30 ^{ab}	---
(T6) Torta + uréia	15,57	15,33	16,03 ^{ab}	---
Médias	14,91	14,79	15,63	---
Valores de F	---	---	5,38	---

* significância a 5%

- Letras minúsculas indicam significância no teste de Tukey por coluna
- médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey.
- ausência de letras após as médias, mostram a não significância da ANAVA.

Nota-se acréscimos nos valores encontrados de aproximadamente 10% ao se utilizar a torta de filtro (T3) como fertilizante no manejo com palha (M1) e de 21% quando a palha é afastada da linha (M3). O tratamento vinhaça + uréia (T5) promoveu 11% de aumento para este parâmetro, quando a palha é retirada do campo (M2), porém estes resultados não foram estatisticamente significativos.

A adição de uréia (T2) promoveu redução quanto ao número final de colmos ao se manter a palhada no campo (M1), porém não se constata variações

nos demais manejos (M2 e M3) quando se compara este tratamento a não adição de fertilizantes (T1).

Ao observar-se as diferenças entre manejos sem fertilização (T1), com a palha no campo (M1) ocorre apenas o acréscimo de 3% no número de colmos final, já quando esta é afastada da linha (M3) não se encontra nenhuma variação para o segundo ano experimental.

Pode-se ressaltar que os valores são superiores quando comparados ao ano anterior, muito embora tenha ocorrido déficit hídrico nos meses referentes à brotação, perfilhamento e desenvolvimento inicial da cultura, conforme Figura 05. Contudo, este fato teve influência sobre a variável em questão, pois nos três anos estudados, neste 2^o ano experimental, o número de colmos médio no manejo com palha (M1) foi semelhante aos manejos sem palha (M2) e afastada da linha (M3), enquanto que nos demais anos experimentais, esta variável apresentou-se menor.

6.5.3 Ano 3 (5^o corte)

Pode-se verificar através dos dados médios de número final de colmos apresentados no Quadro 10, que apenas os dados médios de manejo apresentaram diferenças estatísticas, ressaltando-se que o manejo com palha (M1) difere do manejo sem palha (M2), independente do tipo de fertilização, resultados estes concordantes com Buzolin (1997).

O tipo de fertilização não apresentou diferenças estatísticas para nenhum manejo, no entanto, observa-se uma variação do número final de colmos, entre os tratamentos, de até 13% (T2) no manejo com palha (M1), de 15% (T3) no manejo sem palha (M2) e de 10% (T4) para o manejo em que se afasta a palha da linha (M3), em relação ao tratamento sem fertilização (T1).

Deve-se ainda considerar que ao se comparar os diferentes manejos sem fertilização (T1), verifica-se redução de 9% no número final de colmos ao se manter a palha no campo (M1), em contrapartida não se encontra variação quando a palha é afastada da linha de plantio. Buzolin (1997) encontrou maior número de colmos em áreas sem a presença de palhada.

Quadro 10. Número final de colmos por metro linear, nos diferentes tratamentos (T) e manejos distintos (M), para o 3º ano experimental.

	Com palha (M1)	Sem palha (M2)	Afastada da linha (M3)	Valores de F
(T1)Sem adição	12,50	13,63	13,70	---
(T2)Uréia	14,13	14,60	14,43	---
(T3)Torta de filtro	13,80	15,63	15,00	---
(T4)Vinhaça	13,57	14,20	15,10	---
(T5)Vinhaça + uréia	13,33	15,37	14,20	---
(T6)Torta + uréia	13,67	15,40	14,00	---
Médias**	13,50 ^B	14,81 ^A	14,41 ^{AB}	6,25
Valores de F	---	---	---	---

** significância a 1 %

- Letras maiúsculas indicam significância no teste de Tukey por linha
- médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey.
- ausência de letras após as médias, mostram a não significância da ANAVA.

Ao se comparar os resultados obtidos no ano anterior, nota-se que estes guardam certa semelhança e apresentam em média 14 colmos finais por metro linear. Rocha (1984) e Prado (1988) encontraram para a variedade SP70-1143, na época da colheita, o número de 13 colmos finais por metro.

Conforme pode ser verificado no Quadro 11, quando se fez análise de grupos de experimentos para os três anos, os valores médios para número final de colmos, para o manejo com palha (M1), variaram para os tratamentos com adição de torta de filtro (T3), vinhaça + uréia (T5), vinhaça (T4) e torta de filtro + uréia (T6) com relação aos tratamentos com adição de uréia (T2) e sem adição de fertilizantes (T1). No entanto, observa-se que o tratamento com adição de torta de filtro (T3)

apresentou diferença estatística em relação ao tratamento com adição de torta de filtro + uréia (T6) e de vinhaça (T4).

Ressalta-se que o tratamento com adição de torta de filtro (T3), mostrou-se superior para este parâmetro analisado, no manejo com palha (M1) e os tratamentos sem adição de fertilizantes (T1) e com adição de uréia (T2) apresentaram menor valor médio para número final de colmos, para os três anos experimentais.

Para o manejo sem palha (M2), nota-se diferença estatística entre os tratamentos com adição de vinhaça + uréia (T5), torta de filtro + uréia (T6) e torta de filtro (T3) em relação aos tratamentos com adição de uréia (T2), sem fertilização (T1) e com adição de vinhaça (T4). Observa-se que o tratamento com adição de vinhaça (T4), também difere dos tratamentos com adição de uréia (T2) e sem fertilização (T1), bem como o tratamento com adição uréia (T2) diferiu do tratamento sem fertilização (T1), conforme exposto no Quadro 11.

Os melhores resultados foram obtidos nos tratamentos com adição de vinhaça + uréia (T5), torta de filtro + uréia (T6) e torta de filtro (T3). Novamente se constata que os tratamentos com adição de uréia (T2) e sem adição de fertilizantes (T1) apresentaram menores valores para o número final de colmos, neste manejo nos três anos experimentais.

Quadro 11. Valores médios para número final de colmos, para os diferentes tratamentos (T) e manejos distintos (M), obtidos pela análise de grupos de experimentos, para os três anos experimentais.

	Com palha *	Sem palha*	Afastada da linha*
	(M1)	(M2)	(M3)
(T1)Sem adição	11,97 ^c	12,88 ^d	13,42 ^c
(T2)Uréia	12,37 ^c	13,35 ^c	12,99 ^c
(T3)Torta de filtro	13,82 ^a	14,13 ^a	15,01 ^a
(T4)Vinhaça	13,06 ^b	13,71 ^b	14,42 ^{ab}
(T5)Vinhaça + uréia	13,49 ^{ab}	14,38 ^a	14,33 ^b
(T6)Torta + uréia	13,18 ^b	14,35 ^a	14,21 ^b

* significância a 5%

- Letras minúsculas indicam significância no teste de Tukey por coluna
- médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey.

Deve-se ainda considerar que os tratamentos com adição de torta de filtro (T3), de vinhaça (T4), de vinhaça + uréia (T5) e de torta de filtro + uréia (T6) diferem dos tratamentos com adição de uréia (T2) e sem fertilização (T1) quando se afasta a palha da linha de plantio (M3). Observa-se também que o tratamento com adição de torta de filtro (T3) difere dos tratamentos com adição de torta de filtro + uréia (T6) e de vinhaça + uréia (T5).

Evidencia-se que o tratamento onde adicionou-se torta de filtro (T3) destaca-se por apresentar maior valor médio para o número final de colmos e os tratamentos (T2) com adição de uréia e (T1) sem fertilização, mostraram-se novamente inferiores.

De posse dos dados médios obtidos em cada tratamento nos diferentes manejos (Quadro 11) torna-se importante destacar a tendência dos tratamentos com adição de torta de filtro (T3) e vinhaça + uréia (T5) se mostrarem superiores quanto ao número final de colmos, independente do manejo adotado, nos três anos experimentais. Devendo-se ainda considerar que quando não se realiza a fertilização (T1) ou ao adicionar-se uréia (T2), os resultados obtidos são sempre inferiores quando comparados aos demais tratamentos.

6.6 Produtividade da cultura

6.6.1 Ano 1 (3º corte)

Os resultados obtidos em cana-de-açúcar cultivada na palha (M1) são diferentes dos encontrados ao se retirar a palha (M2) e quando esta é afastada da linha de plantio (M3) para os dados de produtividade média, conforme pode ser

verificado através do Quadro 12, constatando-se que a maior produtividade média observada foi para o cultivo sem palha (M2). Para este tipo de manejo (M2), o tratamento com adição de torta de filtro (T3) mostrou diferença significativa em relação a não adição de fertilizantes (T1).

Quadro 12. Produtividade em $t.ha^{-1}$, nos diferentes tratamentos (T) e manejos distintos (M), para o 1º ano experimental.

	Com palha* (M1)	Sem palha* (M2)	Afastada da linha (M3)	Valores de F
(T1)Sem adição	50,70 ^b	72,76 ^b	81,70	---
(T2)Uréia	64,33 ^{ab}	75,60 ^{ab}	64,46	---
(T3)Torta de filtro	78,67 ^{ab}	91,73 ^a	85,67	---
(T4)Vinhaça	77,67 ^{ab}	90,10 ^{ab}	83,86	---
(T5)Vinhaça + uréia	88,00 ^a	86,00 ^{ab}	87,73	---
(T6)Torta + uréia	68,70 ^{ab}	89,33 ^{ab}	81,97	---
Média**	71,34 ^B	84,25 ^A	80,90 ^A	11,58
Valores de F	4,74	5,16	---	---

** significância a 1 %

* significância a 5%

- Letras minúsculas indicam significância no teste de Tukey por coluna
- Letras maiúsculas indicam significância no teste de Tukey por linha
- médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey.
- ausência de letras após as médias, mostram a não significância da ANAVA.

Diferenças estatísticas foram observadas no manejo com palha

(M1), entre o tratamento vinhaça + uréia (T5) e o tratamento sem adição de fertilizantes (T1).

Apesar de, os dados de produtividade da cultura para o 1º ano experimental terem-se apresentado superiores no manejo sem palha (M2), considerado como convencional, cabe ressaltar que ao se deixar a palha no campo (M1) aplicando-se vinhaça + uréia (T5) a produtividade foi de $88 t.ha^{-1}$, sendo esta apenas 4% menor que a maior produtividade encontrada, utilizando-se a fertilização com torta de filtro (T3) no manejo sem palha (M2).

A adição de fertilizantes tem influência na produtividade de cana-de-açúcar, confirmada pelo aumento (em $t.ha^{-1}$) observado de aproximadamente 74% ao se comparar o tratamento que utiliza vinhaça + uréia (T5) em relação a não

adição de fertilizante (T1) nos manejos com palha (M1). Comparando-se o efeito da adição de torta de filtro (T3), ao retirar-se a palha do campo (M2), o aumento na produtividade é de cerca de 26%. Para o manejo onde a palha é afastada da linha de plantio (M3), o aumento notado é de apenas 8%, ao se utilizar vinhaça + uréia (T5). Ressalta-se diante do exposto, a necessidade da fertilização superficial quando deixada a palha no campo.

Pode-se observar pelos dados apresentados, a necessidade da complementação da vinhaça (T4) utilizando uréia como fonte nitrogenada (T5), na obtenção de melhores resultados de produtividade, ao optar-se por deixar a palha no campo (M1) ou afastá-la da linha de plantio (M3). Gava (1999) verificou que a vinhaça por seu caráter ácido, apresenta certo potencial para reduzir as perdas de nitrogênio originárias da uréia aplicada sobre a palhada de cana-de-açúcar.

Retirando a palha do campo, no manejo (M2), a complementação com nitrogênio não se faz necessária nos tratamentos onde se utilizou a vinhaça (T4) e a torta de filtro (T3) que apresentam maior produtividade em relação aos tratamentos onde se adicionou uréia (T5 e T6). Tal fato pode estar relacionado à perdas por volatilização de amônia do fertilizante bem inferiores em áreas sem presença de palha. Resultados obtidos por Gava et al. (2001) esclarecem que perdas da ordem de 16% foram reduzidas para 2% quando se faz a aplicação da mistura vinhaça e uréia na presença e na ausência da palhada de cana-de-açúcar, respectivamente.

Cabe ressaltar a redução de até 44% na produtividade de cana-de-açúcar para o manejo com palha (M1) sem fertilização (T1), evidenciando-se um acréscimo de 12%, quando esta é afastada da linha (M3), ao se confrontar os dados referentes ao manejo sem palha (M2) e sem adição de fertilizante (T1).

Resultados de pesquisa obtidos em ensaio de competição de variedades, realizado na Usina da Barra², mostram produtividade de 68 t.ha⁻¹ em cana-de-açúcar cultivada sem palha, de 67 t.ha⁻¹ com a palha no campo e de 82 t.ha⁻¹ com a palha afastada da linha de plantio, dados estes referentes ao 3^o corte da cultura.

Confirmando esta tendência, valores de produtividade consideradas altas são encontradas ao se comparar o manejo em que a palha é afastada da linha de plantio (M3) com o manejo em que a palha é deixada no campo (M1), porém deve-se considerar as vantagens e desvantagem da adoção deste sistema que apesar de contribuir com os benefícios gerados pela palha sobre o solo, exige um número maior de operações agrícolas e todas as implicações advindas deste fato.

6.6.2 Ano 2 (4^o corte)

Os valores constantes no Quadro 13 são referentes ao 2^o ano experimental, 4^o corte e conforme pode-se verificar a produtividade média de cana-de-açúcar foi distinta para o manejo com palha (M1) e para o manejo com a palha afastada da linha de plantio (M3) com relação ao sem palha (M2), destacando-se as maiores médias nos manejos (M1) e (M3).

Ao analisar o efeito dos tratamentos constata-se que para o manejo com palha (M1) quando se adiciona torta de filtro (T3), vinhaça (T4) ou quando se faz a complementação desta com uréia (T5), os resultados de produtividade apresentam diferenças significativas em relação ao tratamento sem adição de fertilizantes (T1) e ao tratamento somente com adição de uréia (T2). Este efeito depressivo observado no tratamento com adição de uréia, pode estar relacionado à elevadas perdas de nitrogênio, na forma de amônia, quando se aplica uréia sobre a palhada de cana-de-açúcar. (Prammanee et al., 1989; Gava, 1999).

² Fonte: USINA DA BARRA, 1999. (Informação técnica não publicada)

O efeito entre os diferentes manejos sem adição de fertilizantes (T1), mostra que para o manejo com palha (M1) ocorre redução de apenas 1% na produtividade de cana-de-açúcar e quando esta é afastada da linha (M3) um acréscimo de 3% é notado, para este ano experimental.

Destaca-se um incremento de cerca de 33% na produtividade média encontrada ($99,83 \text{ t.ha}^{-1}$), ao se comparar entre dados obtidos pela Usina da Barra (2001)³ referentes à variedade RB806043 em 4º corte, cultivada convencionalmente ($74,8 \text{ t.ha}^{-1}$).

Quadro 13. Produtividade em t.ha^{-1} , nos diferentes tratamentos (T) e manejos distintos (M), para o 2º ano experimental

	Com palha** (M1)	Sem palha (M2)	Afastada da linha (M3)	Valores de F
(T1)Sem adição	98,80 ^b	99,83	102,63	---
(T2)Uréia	98,60 ^b	100,40	105,73	---
(T3)Torta de filtro	136,30 ^a	114,27	130,00	---
(T4)Vinhaça	130,00 ^a	111,57	132,87	---
(T5)Vinhaça + uréia	130,30 ^a	118,27	138,73	---
(T6)Torta + uréia	126,77 ^{ab}	112,03	118,93	---
Médias*	120,13 ^A	109,39 ^B	121,48 ^A	5,21
Valores de F	7,26	---	---	---

** significância a 1 %

* significância a 5%

- Letras minúsculas indicam significância no teste de Tukey por coluna
- Letras maiúsculas indicam significância no teste de Tukey por linha
- médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey.
- ausência de letras após as médias, mostram a não significância da ANAVA.

Conforme relatado no ano anterior, o efeito da adição de fertilizantes na palha de cana-de-açúcar, também apresentou influência na produtividade da cultura no 2º ano experimental, mostrando um aumento de aproximadamente 38% no manejo com palha (M1), de 19% no manejo sem palha (M2) e de 35% quando se

afasta a palha (M3). Estes resultados foram obtidos ao comparar-se os tratamentos que apresentaram maior produtividade com os tratamentos que não receberam fertilizante (T1), com a finalidade de enfatizar a necessidade da adição de fertilizantes quando a palha é deixada no campo.

Nota-se efeito semelhante ao ano anterior também quanto à utilização da torta de filtro sem complementação de uréia (T3) apresentando maior produtividade quando comparada ao tratamento com complementação (T6) no manejo com palha (M1).

6.6.3 Ano 3 (5º corte)

Conforme pode ser verificado através do Quadro 14, não foram encontradas diferenças estatísticas para os diferentes manejos e fertilizações. Em termos de produtividade de cana os menores resultados obtidos referem-se a adição de uréia (T2), para os três manejos.

Evidencia-se a redução na produtividade de cana, quando se adiciona uréia (T2) e mantém-se a palha em área total (M1) ou afastada da linha de plantio (M3), dados estes confrontados com o tratamento sem adição de fertilizantes (T1).

Os melhores resultados obtidos foram com adição de vinhaça (T4) e vinhaça + uréia (T5), para o manejo com palha (M1), podendo-se evidenciar um acréscimo de 13% e 8%, respectivamente na produtividade de cana, quando comparados à (T1) sem adição de fertilizante.

Quadro 14. Produtividade em $t.ha^{-1}$, nos diferentes tratamentos (T) e manejos distintos

³ Fonte: USINA DA BARRA, 2001. (Informação técnica não publicada)

(M), para o 3º ano experimental.

	Com palha (M1)	Sem palha (M2)	Afastada da linha (M3)	Valores de F
(T1)Sem adição	88,70	83,93	88,63	---
(T2)Uréia	86,27	98,83	87,10	---
(T3)Torta de filtro	92,17	100,13	114,63	---
(T4)Vinhaça	100,03	101,73	94,20	---
(T5)Vinhaça + uréia	95,97	107,63	90,93	---
(T6)Torta + uréia	94,70	101,40	94,67	---
Médias	92,97	98,94	95,03	---
Valores de F	---	---	---	---

- ausência de letras após as médias, mostram a não significância da ANAVA.

No manejo sem palha (M2) verifica-se um incremento de 28% na produtividade da cultura no tratamento com fertilização de vinhaça + uréia (T5) e de 21% nos tratamentos que receberam adição de vinhaça (T4) e torta + uréia (T6), quando comparados ao tratamento sem fertilização (T1).

Quando se afasta a palha da linha de plantio (M2), nota-se acréscimo de 29% na produtividade de cana referente ao tratamento com adição de torta de filtro (T3), que se apresenta superior aos demais. Para os tratamentos com adição de vinhaça (T4) e torta de filtro + uréia (T6) os aumentos na produtividade foram de 6 e 7%, respectivamente, quando comparados a não adição de fertilizantes (T1).

Torna-se importante ressaltar o acréscimo de 6% na produtividade de cana-de-açúcar para os manejos com palha (M1) e palha afastada da linha (M3) em relação ao manejo sem palha (M2) sem fertilização (T1), encontrado neste ano experimental.

Conforme pode ser observado através dos valores médios de produtividade da cultura, obtidos através da análise de grupos de experimentos realizada para os três anos experimentais e mostrados no Quadro 15, diferenças estatísticas são notadas entre os tratamentos com adição de vinhaça + uréia (T5), vinhaça (T4), torta de filtro (T3) e torta de filtro + uréia (T6) em relação aos tratamentos sem adição de

fertilizantes (T1) e com adição de uréia (T2). O tratamento com adição de vinhaça + uréia (T5), também difere do tratamento com torta de filtro + uréia (T6), no manejo com palha (M1).

Podendo-se evidenciar maiores incrementos nos tratamentos com adição de vinhaça + uréia (T5), vinhaça (T4) e torta de filtro (T3), em termos de produtividade, para o referido manejo e confirmar a tendência de se encontrar menores valores ao se utilizar uréia (T2) ou quando não se realiza a fertilização (T1).

Para o manejo sem palha (M2), diferenças estatísticas entre os tratamentos com adição de vinhaça + uréia (T5), torta de filtro (T3), vinhaça (T4) e torta de filtro + uréia (T6) e os tratamentos com adição de uréia (T2) e sem fertilização (T1) foram constatadas, no entanto, o tratamento com adição de vinhaça + uréia (T5) difere dos tratamentos com fertilização de torta de filtro + uréia (T6) e vinhaça (T4) e o tratamento com adição de uréia (T2) diferiu do tratamento sem fertilização (T1).

Quadro 15. Valores médios de produtividade da cultura, para os diferentes tratamentos (T) e manejos distintos (M), obtidos pela análise de grupos de experimentos nos três anos experimentais.

	Com palha* (M1)	Sem palha* (M2)	Afastada da linha* (M3)
(T1)Sem adição	79,40 ^c	85,51 ^d	90,99 ^d
(T2)Uréia	83,07 ^c	91,61 ^c	85,77 ^d
(T3)Torta de filtro	102,38 ^{ab}	102,04 ^{ab}	110,10 ^a
(T4)Vinhaça	102,57 ^{ab}	101,13 ^b	103,65 ^{bc}
(T5)Vinhaça + uréia	104,76 ^a	103,97 ^a	105,80 ^{ab}
(T6)Torta + uréia	96,72 ^b	100,92 ^b	98,52 ^c

* significância a 5%

- Letras minúsculas indicam significância no teste de Tukey por coluna
- médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey.

Destaca-se as maiores médias encontradas nos tratamentos com adição de vinhaça + uréia (T5) e torta de filtro (T3). Os tratamentos sem fertilização

(T1) e com adição de uréia (T2) também mostram-se inferiores para este parâmetro, neste manejo adotado.

Quando a palha é afastada da linha de plantio (M3), observa-se que os valores médios encontrados apresentam diferença estatística para os tratamentos com adição de torta de filtro (T3), de vinhaça + uréia (T5), vinhaça (T4) e torta de filtro + uréia (T6) em relação aos tratamentos com adição de uréia (T2) e sem fertilização (T1). Também ocorre que o tratamento com adição torta de filtro (T3) difere dos tratamentos com adição de vinhaça (T4) e de torta de filtro + uréia (T6) e que o tratamento com adição de vinhaça + uréia (T5) apresenta diferença estatística do tratamento com fertilização de torta de filtro + uréia (T6).

Pode-se salientar que os tratamentos com adição de torta de filtro (T3) e com adição de vinhaça + uréia (T5), mostram-se superiores em termos de produtividade, para este manejo, nos três anos experimentais.

Observa-se a mesma tendência de encontrar menores incrementos nos tratamentos com adição de uréia (T2) e sem fertilização (T1), principalmente onde existe palha (M1 e M3). Os resultados mostram que ao se retirar a palha do campo (M2), nota-se um aumento significativo, para este parâmetro, advindo da adição de uréia em relação a não fertilização. Resultados concordantes foram encontrados por diversos autores (Casagrande, 1994; Trivelin et al., 1998 e Gava et al., 2001) que explicam a diminuição da eficiência da uréia aplicada em áreas com presença de palhada.

Diante do exposto, ressalta-se que, independente do manejo adotado, existe a tendência dos tratamentos com adição de vinhaça + uréia (T5) e de torta de filtro (T3) se mostrarem superiores quanto à produtividade, nos três anos

experimentais. Devendo-se ainda considerar que resultados sempre inferiores são obtidos quando não se realiza a fertilização (T1) ou ao quando se adiciona uréia (T2).

Torna-se importante considerar que os resultados apresentados são concordantes com as outras variáveis já analisadas (Quadro 11), podendo-se inferir que estes tratamentos geraram incrementos tanto em relação ao número final de colmos quanto à produtividade da cultura.

6.7 Produtividade em açúcar

6.7.1 Ano 1 (3º corte)

De acordo com o Quadro 16, para o manejo com palha (M1) o tratamento onde foi realizada a adição de vinhaça + uréia (T5) diferiu apenas do tratamento sem adição de fertilizante (T1). Observa-se que para o manejo sem palha (M2), o tratamento com adição de torta de filtro (T3) diferiu do tratamento onde adicionou-se uréia (T2), enquanto que ao afastar a palha da linha de plantio (M3) nenhuma diferença estatística foi constatada.

Através dos dados médios apresentados, nota-se que os manejos sem palha (M2) e com palha afastada da linha de plantio (M3) diferiram do manejo com palha (M1), podendo-se observar maiores produtividades em relação à quantidade de açúcar, nos manejos sem palha (M2) e com a palha afastada da linha de plantio (M3).

Para os dados de produtividade em açúcar (t.ha^{-1}) também observa-se incrementos oriundos da complementação da vinhaça (T4) utilizando uréia como fonte nitrogenada (T5) ao deixar a palha no campo (M1) ou afastá-la da linha de plantio (M3).

Retirando a palha do campo, no manejo (M2), a complementação com nitrogênio não se faz necessária nos tratamentos onde se utilizou a vinhaça (T4) e a torta de filtro (T3) que apresentam maior produtividade em açúcar em relação aos tratamentos onde se adicionou uréia (T5 e T6).

Entre os diferentes tratamentos nota-se que os melhores resultados são encontrados quando se adiciona vinhaça + uréia (T5), aproximadamente 77% de aumento, quando a palha é deixada no campo (M1) e de 15% quando a palha é afastada da linha de plantio (M3). Para o manejo sem palha (M2) a adição de torta de filtro (T3) promoveu aumentos de até 28% na produtividade em açúcar para este ano experimental.

Quadro 16. Produtividade em açúcar ($t.ha^{-1}$), nos diferentes tratamentos (T) e manejos distintos (M), para o 1º ano experimental.

	Com palha* (M1)	Sem palha* (M2)	Afastada da linha (M3)	Valores de F
(T1)Sem adição	6,85 ^b	10,57 ^{ab}	11,07	---
(T2)Uréia	8,78 ^{ab}	10,52 ^b	8,83	---
(T3)Torta de filtro	10,57 ^{ab}	13,53 ^a	11,91	---
(T4)Vinhaça	10,80 ^{ab}	12,42 ^{ab}	11,29	---
(T5)Vinhaça + uréia	12,13 ^a	12,30 ^{ab}	12,72	---
(T6)Torta + uréia	9,63 ^{ab}	12,45 ^{ab}	11,57	---
Médias**	9,79 ^B	11,97 ^A	11,23 ^A	12,40
Valores de F	3,83	3,78	---	---

**significância a 1 %

* significância a 5%

- Letras minúsculas indicam significância no teste de Tukey por coluna
- Letras maiúsculas indicam significância no teste de Tukey por linha
- médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey.
- ausência de letras após as médias, mostram a não significância da ANAVA.

Ao comparar-se os diferentes manejos, pode-se observar que quando não se realiza a fertilização (T1), ocorre uma redução em até 55% na produtividade em açúcar no manejo com palha (M1) e acréscimo em torno de 5% ao afastar a palha da linha de plantio.

6.7.2 Ano 2 (4º corte)

Os dados de produtividade em açúcar (t.ha^{-1}), nos diferentes tratamentos (T) e manejos distintos (M) referentes ao 2º ano experimental, encontram-se no Quadro 17. Pode-se observar que para o manejo (M1), onde a palha foi mantida no campo, os tratamentos em que adicionou-se torta de filtro (T3), vinhaça (T4), vinhaça + uréia (T5), e torta de filtro + uréia (T6), diferiram do tratamento onde apenas se adicionou a uréia (T2).

O tratamento sem adição de fertilizantes (T1) apresentou diferença significativa dos tratamentos com adição de torta de filtro (T3), vinhaça (T4) e quando se adicionou vinhaça + uréia (T5). Verifica-se que os tratamentos (T3), (T4), (T5) e (T6) foram os que produziram maior quantidade de açúcar, independente do tipo de manejo, neste 2º ano experimental.

Quadro 17. Produtividade em açúcar (t.ha^{-1}), nos diferentes tratamentos (T) e manejos distintos (M), para o 2º ano experimental.

	Com palha** (M1)	Sem palha (M2)	Afastada da linha (M3)	Valores de F
(T1)Sem adição	14,81 ^{bc}	15,10	15,63	---
(T2)Uréia	13,93 ^c	15,16	16,09	---
(T3)Torta de filtro	20,43 ^a	17,21	19,40	---
(T4)Vinhaça	19,98 ^a	17,01	20,29	---
(T5)Vinhaça + uréia	20,37 ^a	18,34	21,44	---
(T6)Torta + uréia	18,97 ^{ab}	17,76	18,10	---
Médias*	18,08 ^{AB}	16,60 ^B	18,49 ^A	4,26
Valores de F	8,39	---	---	---

** significância a 1 %

* significância a 5%

- Letras minúsculas indicam significância no teste de Tukey por coluna
- Letras maiúsculas indicam significância no teste de Tukey por linha
- médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey.
- ausência de letras após as médias, mostram a não significância da ANAVA.

Para as médias de tratamentos, a produtividade em açúcar foi maior para os manejos com palha (M1) e quando se afasta a palha da linha de plantio

(M3), notando-se diferença estatística entre os manejos (M2) sem palha e (M3) com a palha afastada.

Não foi observado efeito significativo entre tratamentos quando a palhada é retirada do local (M2) ou quando é afastada da linha de plantio (M3).

Ao se comparar o efeito dos manejos sem o uso de fertilizantes (T1), nota-se redução de até 2% quando a palha é mantida no campo (M1) e ao afastá-la da linha de plantio observa-se aumento de 4% na produtividade em açúcar em relação ao manejo considerado convencional (M2).

6.7.3 Ano 3 (5º corte)

Em termos de produtividade em açúcar (Quadro 18) observa-se diferença estatística apenas para as médias entre o manejo com palha (M1) e sem palha (M2), porém não se constata diferenças significativas entre os diferentes tratamentos. No entanto, os melhores resultados para o 3º ano experimental foram notados nos tratamentos com adição de vinhaça (T4) e vinhaça + uréia (T5), tanto para os manejos com palha (M1) quanto para o manejo sem palha (M2).

Para o manejo com palha (M1) a fertilização com uréia (T2) foi a que apresentou menores valores para produtividade em açúcar em tonelada por hectare. Ressaltando que este efeito foi verificado nos 3 anos experimentais.

Comparando-se os diferentes tratamentos para o referido manejo, observa-se um incremento de aproximadamente 9% ao se adotar a fertilização com vinhaça (T4) e de 0% com vinhaça + uréia (T5) em relação ao tratamento sem adição de fertilizante (T1).

À exceção do que pode-se observar para o manejo com palha (M1) e com palha afastada da linha (M3) não constata-se redução na produtividade de

açúcar no tratamento com adição de uréia (T2), quando se retira a palha do terreno (M2), destacando-se assim, o efeito depressivo da uréia na presença da palhada.

Para o manejo sem palha (M2), os melhores resultados em produtividade em açúcar são encontrados nos tratamentos com fertilização de vinhaça + uréia (T5) e de vinhaça(T4), onde os incrementos são de 23% e 20%, respectivamente em relação a não adição de fertilizantes (T1).

Quadro 18. Produtividade em açúcar ($t.ha^{-1}$), nos diferentes tratamentos (T) e manejos distintos (M), para o 3º ano experimental.

	Com palha (M1)	Sem palha (M2)	Afastada da linha (M3)	Valores de F
(T1)Sem adição	14,17	13,64	14,26	---
(T2)Uréia	13,26	15,79	13,92	---
(T3)Torta de filtro	13,89	16,12	18,18	---
(T4)Vinhaça	15,43	16,39	14,56	---
(T5)Vinhaça + uréia	15,01	16,73	14,90	---
(T6)Torta + uréia	14,07	16,28	14,75	---
Médias*	14,31 ^B	15,83 ^A	15,09 ^{AB}	3,28
Valores de F	---	---	---	---

* significância a 5%

- Letras maiúsculas indicam significância no teste de Tukey por linha
- médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey.
- ausência de letras após as médias, mostram a não significância da ANAVA.

Quando a palha é afastada da linha de plantio (M3) os melhores resultados de produtividade de açúcar, para o 3º ano experimental, foram encontrados para os tratamentos com adição de torta de filtro (T3) e vinhaça + uréia (T5). Devendo-se ainda considerar que estes acréscimos foram de 27% e de 5%, respectivamente. Ainda estabelecendo correspondência entre os valores encontrados, observa-se incrementos de produtividade em açúcar da ordem de 3% para o tratamento com fertilização com torta de filtro + uréia (T6) e de 2% para o tratamento com adição de vinhaça (T4) quando comparados ao tratamento sem adição de fertilizante (T1).

Confrontando-se os resultados obtidos nos diferentes manejos sem fertilização (T1), evidencia-se um acréscimo de 4% na produtividade em açúcar quando a palha permanece no campo (M1) e quando esta é afastada da linha de plantio, este incremento passa para 5%, ao serem comparados aos resultados encontrados para o manejo sem palha (M2).

Os valores médios de produtividade em açúcar obtidos através da análise de grupos de experimentos, para os três anos experimentais constam no Quadro 19. Conforme pode-se verificar para o manejo com palha (M1), os tratamentos com adição de vinhaça + uréia (T5), de vinhaça (T4), de torta de filtro (T3) e torta de filtro + uréia (T6) diferem do tratamento com fertilização de uréia (T2) e sem fertilização (T1). Nota-se que o tratamento com adição de vinhaça + uréia (T5) difere do tratamento com adição de torta de filtro + uréia (T6).

Cabe ressaltar, que para o referido manejo, os tratamentos (T5) com adição de vinhaça + uréia, (T4) de vinhaça e (T3) de torta de filtro, mostram-se superiores em termos de produtividade em açúcar para os três anos experimentais.

Quadro 19. Valores médios de produtividade em açúcar, para os diferentes tratamentos (T) e manejos distintos (M), obtidos pela análise de grupos de experimentos nos três anos experimentais.

	Com palha* (M1)	Sem palha* (M2)	Afastada da linha* (M3)
(T1)Sem adição	11,95 ^c	13,11 ^d	13,65 ^d
(T2)Uréia	11,99 ^c	13,82 ^c	12,95 ^d
(T3)Torta de filtro	14,96 ^{ab}	15,62 ^{ab}	16,50 ^a
(T4)Vinhaça	15,40 ^{ab}	15,27 ^b	15,38 ^{bc}
(T5)Vinhaça + uréia	15,84 ^a	15,79 ^a	16,35 ^{ab}
(T6)Torta + uréia	14,22 ^b	15,16 ^b	14,81 ^c

* significância a 5%

- Letras minúsculas indicam significância no teste de Tukey por coluna
- médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey.

Confirmando a tendência observada nos demais parâmetros analisados, os tratamentos com adição de uréia (T2) e sem fertilização (T1) apresentam os menores valores médios encontrados.

Estabelecendo correspondência entre os resultados obtidos para o manejo sem palha (M2), encontra-se diferença estatística entre os tratamentos com adição de vinhaça + uréia (T5), de torta de filtro (T3), de vinhaça (T4) e torta de filtro + uréia (T6) que diferem do tratamento com fertilização de uréia (T2) e sem fertilização (T1). Pode-se observar também que o tratamento com adição de vinhaça + uréia (T5) difere dos tratamentos com fertilização de torta de filtro + uréia (T6) e de vinhaça (T4). Ressalta-se que o tratamento com fertilização de uréia (T2) apresenta diferença estatística em relação ao tratamento sem fertilização (T1).

Em termos de produtividade em açúcar, para o manejo adotado, os tratamentos com adição de vinhaça + uréia (T5) e de torta de filtro (T3) apresentam-se superiores nos três anos experimentais. Novamente se observa que os tratamentos com adição de uréia (T2) e sem fertilização (T1) apresentam os menores valores médios encontrados.

Observa-se diferença estatística entre os tratamentos (T3) com adição de torta de filtro, (T5) de vinhaça + uréia, (T4) de vinhaça e (T6) de torta de filtro + uréia, que diferem do tratamento com fertilização de uréia (T2) e sem fertilização (T1). O tratamento (T3) com adição de torta de filtro difere dos tratamentos (T4) com fertilização de vinhaça e (T6) de torta de filtro + uréia, também pode-se constatar diferença estatística entre o tratamento com adição de vinhaça + uréia (T5) e de torta de filtro + uréia (T6) para o manejo com a palha afastada da linha de plantio (M3).

Evidencia-se que os tratamentos que receberam adição de torta de filtro (T3) e de vinhaça + uréia (T5), apresentaram maiores valores médios de produtividade em açúcar, para o referido manejo, nos três anos experimentais.

Em vista das observações acima descritas, pode-se ressaltar que independente do tipo de manejo adotado, os tratamentos com adição de vinhaça + uréia (T5) e com torta de filtro (T3), mostraram-se superiores para os três anos experimentais em termos de produtividade em açúcar. Confirma-se a tendência de se obter sempre resultados inferiores com a adoção de fertilização com uréia (T2) e quando se opta por não realizar a fertilização (T1).

Pode-se associar o baixo desempenho da uréia em áreas com palha como concordantes com Mello (1987) que relatou sobre a adição de matéria orgânica aumentando a volatilização de amônia da uréia, principalmente quando esta era aplicada em solos contendo resíduos de cultura. O autor citou que esta situação pode ser explicada pelo aumento da atividade da urease nestes solos e pela elevação do pH durante o processo decomposição dos resíduos.

6.8 Quantidade de palhada sobre o campo

A quantificação da palhada presente no momento da rebrota torna-se uma forma mais clara de definição de quanto esta palhada estaria prejudicando ou não o desenvolvimento de perfilhos.

Conforme verificado por Abramo Filho et al. (1993); Ripoli et al. (1991) e Sartori (2001) esta quantidade é muito variável, portanto, obteve-se a quantidade de palhada que permaneceu no campo após a colheita mecanizada, para cada ano experimental.

Inicialmente, antes da implantação dos tratamentos adotados na pesquisa, a quantidade média de palhada encontrada foi de aproximadamente 22 t.ha⁻¹ residuais do 2º corte (matéria fresca). Para o 3º corte obteve-se em torno de 13 t.ha⁻¹ e este valor decresceu para 11 t.ha⁻¹, encontrado no 4º corte.

Quanto às reduções, de um ano para outro, estas foram de 40% do 2º para o 3º corte e de 15% do 3º para o 4º corte e ao confrontar-se os valores em relação à quantidade inicial, tem-se 50% de redução observada para a variedade utilizada, nos três anos experimentais. Deve-se salientar que a alta redução se deve principalmente pelas perdas de umidade do material no decorrer do tempo.

Os resultados apresentados são concordantes com Sartori (2001) que trabalhando com diferentes variedades obteve maiores valores de biomassa residual referentes ao 2º corte, com redução observada a partir do 3º corte. Para a variedade RB83 5486, encontrou redução de 48% e 52% referentes do 2º para o 3º corte e do 3º para o 4º corte, respectivamente para valores em matéria fresca. Oliveira (1999) avaliando a permanência da palhada de cana-de-açúcar da variedade SP79-1011, durante um ano, verificou redução de massa de aproximadamente 22% em relação a matéria seca.

Os valores encontrados referem-se à palhada não decomposta do ano anterior que irá se somar às folhas e ponteiros da colheita seguinte. Esse acúmulo dificulta o conhecimento dos mecanismos que irão atuar, acelerando ou não a velocidade de decomposição deste material anualmente adicionado.

7 CONCLUSÕES

- A adição de vinhaça e torta de filtro elevaram os teores no solo de potássio e fósforo, respectivamente, nos três cultivos estudados.
- Não constatou-se redução no perfilhamento da cultura na presença da palhada.
- A manutenção da palhada diminui o número de colmos finais, sem afetar a altura e o diâmetro médio dos colmos.
- A produtividade da cana-de-açúcar é diminuída sem o manejo da palhada. A fertilização deve ser realizada, caso contrário, deve-se afastar a palhada da linha de plantio para obtenção de incrementos superiores para as variáveis analisadas.
- Em períodos de déficit hídrico, a presença da palhada promoveu incrementos na produtividade da cultura e em açúcar.
- Os tratamentos com adição de vinhaça + uréia (T5) e torta de filtro (T3) apresentaram-se superiores, independente do manejo adotado, nos três anos experimentais para número final de colmos, produtividade da cultura e em açúcar, podendo-se recomendar este tipo de fertilização como prática agrícola.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

ABRAMO FILHO, J., MATSUOKA, S., SPERANDIO, M.L. RODRIGUES, R.C. D., MARCHETTI, L. L. Resíduo da colheita mecanizada de cana crua. *Álcool & Açúcar*, n.67, p. 23-5, 1993.

ABRAMO FILHO, J. *Decomposição da palha da cana-de-açúcar em canavial colhido sem queima, mecanicamente*. Rio Claro, 1995, 91 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista.

ALBUQUERQUE, G. A. C., MARINHO, M. L. Influência da torta de filtro sobre a adubação nitrogenada em cana-de-açúcar. *Bras. Açucareiro*, v. 92, n.2, p.38-43, 1979.

ALEXANDER, M. I. H. *Introduction to soil microbiology*. 4.ed. New York: John Wiley, 1967. 472 p.

ALFONSI, R. R., PEDRO JÚNIOR, M. J., BRUNINI, O., BARBIERI, V. Variedades de cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S. B. (Coord.). *Cana-de-açúcar: cultivo e utilização*.

* UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Faculdade de Ciências Agronômicas. Normas para elaboração de dissertações e teses. Botucatu, 1997. 35p.

Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, cap. 1, p.52-5.

ALLEONI, L. R. F., BEAUCLAIR, E. G. F., BITTENCOURT, V. C. Produtividade e atributos de crescimento da RB735275, em áreas com e sem torta de filtro. *STAB*, v.4, n.2., 1995

ALMEIDA, J.R. Composição, proporção e aplicação da vinhaça. In: SEMANA DE FERMENTAÇÃO ALCÓOLICA, 3, 1966. Piracicaba, *Instituto Zimotécnico*, Piracicaba, 1966, v.2., p.370-83.

ALMEIDA, M. T. de *Decomposição da vinhaça incorporada ao solo e destino da complementação nitrogenada*. Piracicaba, 1983, 98p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

ALVAREZ, I. A. *Comparação entre o desenvolvimento de cana crua e cana queimada em dois ciclos de crescimento*. Piracicaba, 1998. 120p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fisiologia e Bioquímica de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

BIOMETRIA: Método alternativo facilita a medição da produção da cana-de-açúcar. *Elo informativo Dow AgroSciences Industrial*, v. 3, n.12, p. 4-5, 2000.

BONINE JÚNIOR, P. A. Colheita mecanizada em cana-de-açúcar viabilidade operacional e econômica. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 5, 1993, Águas de São Pedro. *Anais...* Águas de São Pedro, 1993. p.186-91.

BRASIL SOBRINHO, M. O. C. *Estudos sobre o aproveitamento da torta de filtro de usinas de açúcar como fertilizante*. Piracicaba, 1958. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

BUZOLIN, P. R. S. *Efeitos da palha da colheita mecanizada, associada a fontes de potássio e doses de nitrogênio, no solo e nas socas de cana-de-açúcar*. Jaboticabal, 1997. 89p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

CAMARGO, P. N. *Fisiologia da cana-de-açúcar*. Piracicaba: ESALQ, 1970. 38p.

CAMPOS, M. S., MARCONATO, A. Sistema cana-crua x cana queimada. CLAAS 2000 STAB, v.12, n.13, p.10-17, 1994.

CARVALHO SOARES, G., BALBO, L., PINTO, A. R. Colheita mecanizada de cana picada. STAB, v.12, n.2, p.18-20, 1994.

CARVALHO, G. J. *Análise da potencialidade autoalelopática de restos culturais da colheita de cana-de-açúcar*. Lavras, 1996, 72p. Tese (Doutorado em Agronomia) -- Universidade Federal de Lavras.

CASAGRANDE, A. A.. *Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar*. Jaboticabal: Funep, 1991. 157 p.

CASAGRANDE, A. A., FERREIRA, M.E., MUTTON, M. A., CAMPOS, M. S., BARBOSA, J.C. Influência da vinhaça no teor de enxofre de um solo manejado por

sistema mecanizado de cana crua e queimada. *STAB*, v.19, n.3, 2001.

CASAGRANDE, J. C. Fontes e localização de fertilizantes nitrogenados na cultura da cana-de-açúcar colhida sem queima. *Álcool e Açúcar*, n. 75, p. 26-30, ago/set., 1994

COLETI, J.T., BITTENCOURT, V. C. ,GIACOMINI, G. M. Torta de filtro rotativo em combinação com diferentes formas de fósforo, com vistas à substituição da torta de mamona e de fosfatos solúveis em água, na fertilização da cana-planta. *Bras. Açucareiro*, v. 96, n.6, p.16-27, 1980.

COLETI, J.T., LORENZETTI, J. M., GASPARINI, C. T., FREITAS, P.G. Redução do uso de fontes minerais na adubação da cana planta, quando no emprego da torta de filtro rotativo. In: CONGRESSO NACIONAL STAB, 2, 1981, Rio de Janeiro, *Anais...* Rio de Janeiro, 1981. p.203-7.

COPERSUCAR. *Aproveitamento da vinhaça: viabilidade técnico-econômica*. São Paulo: Copersucar, 1979. 71 p.

CUNHA, C. A. H., MACHADO, R.E., COELHO, R.D. Irrigação da cana-de-açúcar: análise econômica. *STAB*, v.19, n.4, 2001.

DILLEWIJN, C.N. *Botanique de la cana a sucre*. Wageningen: Veenman & Zonen, 1960. 591 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

- FERREIRA, E. S., MONTEIRO, A. O. Efeitos da aplicação da vinhaça nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. *Bol. Téc. Coopersucar*, (São Paulo), p.9, 1986.
- FURLANI NETO, V.L., RIPOLI, T.C., VILLA NOVA, N. A. Biomassa de cana de açúcar: Energia contida no palhiço remanescente de colheita mecânica. *STAB*, v.15, n.4, p.24-7, 1997.
- FURLANI NETO, V.L.. Colheita mecanizada da cana-de-açúcar. *STAB*, v.12, n.13, p.8-9, jan/fev. 1994.
- GALVÃO, F., ZILLER, S. R., BUFREM, A. M. Decomposição foliar de algumas espécies arbóreas. *Ver. Setor Ciênc. Agrárias*, v.11, n.1, p.161-8, 1991.
- GAVA, G. J.C., *Utilização do nitrogênio da uréia (^{15}N) e da palhada (^{15}N) por soqueira de cana-de-açúcar no manejo sem despalha a fogo*. Piracicaba, 1999. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciências/Energia Nuclear na Agricultura) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.
- GAVA, G. J.C, TRIVELIN, P. O. C., OLIVEIRA, M. W., VITTI, A. C., PENATTI, C. P. Perdas de amônia proveniente da mistura de vinhaça e uréia aplicada ao solo com e sem cobertura de palha de cana-de-açúcar. *STAB*, v.19, n.3, p. 40-2, 2001.
- GLÓRIA, N. A., JACINTHO, A .O.,GROSSI, J. M. M., SANTOS, R. F. Composição mineral das tortas de filtro rotativo. *Bras. Açucareiro*, v. 84, n.3, p.37-44, 1974.

GLÓRIA, N.A., ORLANDO FILHO, J. Aplicação da vinhaça: Um resumo de discussão sobre o que foi pesquisado, parte d. *Álcool & Açúcar*, v. 4, n. 15, p. 22-31, 1984.

GONÇALVES, J. S., SOUZA, S. A. M. Proibição da queima de cana no Estado de São Paulo: Simulações dos efeitos na área cultivada e na demanda pela força de trabalho. *Inf. Econ.*, v.28, n.3, p.21-40, 1998.

GONÇALVES, J. S., VEIGA FILHO, A. A. Açúcar e álcool. *Prognóstico Agríc*, v.2, p.141-50, 1998.

GOULART, M. P. Legislação ambiental e queimada de cana. In: SEMANA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE PIRACICABA, 2, 1997, Piracicaba. *Resumos...* .Piracicaba: FEALQ, 1997. p.61-6.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo populacional*, 1996.

KATTERER, T., REICHSTEIN, M., ANDRÉN, O., LOMANDER, A. Temperature dependence of organic matter decomposition: In a critical review using data analyzed with different models. *Biol. Fertil. Soils*, v.27, p.258-62, 1998

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

KIEHL, J. C. Distribuição e retenção da amônia no solo após aplicação de uréia. *R. bras. Ci. Solo*, v.13, p. 75-80, 1989.

KORNDÖRFER, G.H., ANDERSON, D. L. Use and impact of sugar-alcohol residues vinasse and filter cake on sugar cane production in Brazil. *Sugar & Azucar*, v.92, n.3, p.26-35, 1997.

LARA CABEZAS, W.A.R, TRIVELIN, P.C.O., SCHIAVINATO JUNIOR, P., BOARETTO, A.E. Perdas gasosas de nitrogênio de vinhaça e uréia em solos cultivados com cana-de-açúcar. *R. bras. Ci. Solo*, v.18, p. 463-9, 1994.

LOPES, O. O Palhiço. *Bras. Açucareiro*, v.75, n. 1, p. 64-7, 1970

MACHADO, E. C.. Fisiologia de produção de cana-de-açúcar In: PARANHOS, S. B. (Coord.). *Cana-de-açúcar: cultivo e utilização*. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, cap. 1, p.56-87.

MANUAL *Técnico das culturas. Tomo I*. Campinas: Manual Cati, 1977.

MALAVOLTA, E. *Manual de calagem e adubação das principais culturas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987. 496p

MELLO, F. A. F. *Uréia fertilizante*. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 192 p.

MEYER, A.C. Queima das palhadas na plantação de cana. *Bras. Açucareiro*, v. 50, n. 2, p. 97-8, 1957.

NG KEE KWONG, K. F., DEVILLE, J., CAVALOT, P. C., RIVIERE, V. Value of cane

trash in nitrogen nutrition of sugarcane. *Plant Soil*, v.102, p.79-83, 1987.

OLIVEIRA, M. W., TRIVELIN, P. C. O., GAVA, G. J. C., PENATTI, C. P. Degradação da palhada de cana-de-açúcar. *Sci. Agric. (Piracicaba)*, v.56, n.4, p. 803- 9, 1999.

ORLANDO FILHO, J. *Nutrição e Adubação da cana-de-açúcar no Brasil*. IAA/PLANALSUCAR: Piracicaba, 1983. 369 p.

ORLANDO FILHO, J. CARMELLO, Q. A. C. , PEIXE, C. A., GLÓRIA, A.M. Adubação de soqueiras de cana-de-açúcar sob dois tipos de despalha: Cana crua x cana queimada. *STAB*, v.12, n.4,p. 7-11, 1994.

ORLANDO FILHO, J., RODELLA, A. A. Adubação nitrogenada em cana-planta: perfilhamento e produtividade agrícola. *STAB*, v.13, n.3, p. 16-8, 1995.

OS IMPACTOS da queima da cana. *Bio Rev. Bras. Saneamento e Meio Ambiente*. v.10, n.10, p.42-5. 1999.

PIMENTEL GOMES, F. *A Estatística Moderna na Pesquisa Agropecuária* Potafos: Piracicaba. 1984. 160p.

PRADO, A. P. A. *Perfilhamento e produção de cana-de-açúcar (Sacharum spp.) em função da densidade de plantio*. Piracicaba, 1988. 69p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

PRAMMANEE, P.G., SAFFIGNA, P. G.; WOOD, A. W., FRENEY, J. R. Loss of nitrogen from urea and ammonium sulfate applied to sugar cane crop residues. In: AUSTRALIAN SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 11, Mackay, 1989. *Proceedings....* Mackay: Watson Ferguson, 1989. P.76-84.

PROJETO BRA/96/631: Geração de energia por biomassa :bagaço da cana-de-açúcar e resíduos *Informativo Centro Tecnologia Copersucar*,p.1-4, ag., 1999.

PRIMAVESI, A. *Manejo ecológico do solo: A matéria orgânica*. São Paulo: Nobel. 1987. p.108-135.

RAIJ, B.VAN, QUAGGIO, J. A. Métodos de análise do solo para fins de fertilidade. Bol. *Tec. Inst. Agron. Campinas*, n. 81, p. 1-31, 1983.

RIPOLI, T. C. Fogo na palha? *Notícias ESALQ*, v.1, n.5, p.2-3, 1988

RIPOLI, T. C *Utilização do material remanescente da colheita da cana-de-açúcar (Saccharum spp) – equacionamento dos balanços energético e econômico*. Piracicaba, 1991. 110p. Livre Docência – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

RIPOLI, T. C., MOLINA JR., W.F., STUPIELLO, J. P., NOGUEIRA, M.C.S., SACCOMANO, J. B. Potencial energético de resíduos de cosecha de la caña verde. *STAB*, v.10, n.1, p.22-8,1991.

RIPOLI, T. C., VILLA NOVA, N. A. Colheita mecanizada da cana de açúcar: novos desafios. *STAB*, v.11, n.1, p.28-31, 1992.

ROBAINA, C. R. P. *Efeitos de duas aplicações sucessivas de doses de vinhaça nas propriedades de um latossolo vermelho distroférrico e no desenvolvimento da cana-de-açúcar (Saccharum spp).* Botucatu, 2000. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

ROCHA, A. M. .C *Emergência, perfilhamento e produção de colmos da cana-de-açúcar (Saccharum spp.) em função das épocas de plantio no Estado de São Paulo.* Piracicaba, 1984. Dissertação – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

ROZEFF, N. Biomasa y quema de la caña de azúcar: um esquema empírico para el Valle del Bajo Rio Grande de Tejas. *Int. Sugar J.*, v.97, p.184-7, 1995.

SARTORI, M. M. P, *Otimização da produção de energia e biomassa do resíduo de colheita em variedades de cana-de-açúcar.* Botucatu, 2001. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista

SERRA, G. *Aplicação de vinhaça complementada com nitrogênio e fósforo em cultura de cana-de-açúcar (Saccharum spp).* Piracicaba, 1979. Dissertação (Mestrado em

Agronomia/Ciência do Solo) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz",
Universidade de São Paulo.

SILVA, G. M. O., CASTRO, L. J. P., SANCHES, O.C., GUIMARÃES, E., GURGEL, M. N.

O. Efeitos da aplicação da vinhaça como fertilizante em cana-de-açúcar. *Bol. Téc. Coopersucar*, v.7, p. 9-14, 1978.

SILVA, L. C. F., ALONSO, O., ORLANDO FILHO, J., NETO, J. A. P. Complementação

mineral da torta de filtro aplicada no sulco de plantio, na fertilização da cana-de-açúcar.

In: CONGRESSO NACIONAL STAB, 3, 1984, São Paulo. *Anais...* São Paulo, 1984.
p.89-93.

SILVA, V. M., TRIVELIN, P. C. O., COLAÇO, W., ENCARNAÇÃO, F. A. F., LARA

CABEZAS, W. A. R.. Mineralização e volatilização do nitrogênio da vinhaça ^{15}N na
presença ou não de uréia e de palha de cana-de-açúcar. *Sci. Agric.* (Piracicaba), v.56,
n.1, p. 117-23, 1999

SIQUEIRA, J. O. *Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas*. Brasília: MEC,

1983. 263 p.

SOARES, G. C., BALBO, L. PINTO, A R. Colheita mecânica de cana picada. *STAB*, v.

12, n.13, p.18-29,1994.

TIBAU, A. O. Projeto do aproveitamento do vinhoto. *Bras. Açucareiro*, v.81, n.2, p.57-

67, 1973.

TRIVELIN, P. C. O., BENDASSOLLI, J. A., OLIVEIRA, M. W., MURAOKA, T.

Potencialidade da mistura de aquamônia com vinhaça na fertilização de canaviais colhidos sem despalha a fogo. Parte II: Perdas por volatilização de amônia e recuperação do ^{15}N aplicado ao solo. *STAB*, v.16, n.3, p.23-29, 1998.

UNIVERSIDADE FERDERAL DE SÃO CARLOS. Programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar (PMGCA): São Carlos: Departamento de biotecnologia vegetal, 1998 “não pag.”

URQUIAGA, S., BODDEY, R. M. , OLIVEIRA, O. C., LIMA, E., GUIMARÃES, D.H.V.

Importância de não queimar a palha de cana-de-açúcar. *Comum. Tec. CNPAB/ EMBRAPA*, n.5, p. 1-12, 1991.

VALIO, M., BARREIRA, G. C., NEVES, E. M. Validade técnica-econômica da utilização de torta de filtro em cana-soca. *STAB*, v.19, n.2, 2000.

WALTER, A. C. S. Potencial energético da cana-de-açúcar. *STAB: Açúcar, Álcool e subprodutos*, v.11, n.4, p. 29-34, 1993.

WOOD, R. A. The influence of trash on nitrogen mineralization – immobilization relationship in sugar belt soils. In CONGRESS SOUTH AFRICAN SUGAR TECHNOLOGY ASSOCIATION, 40, 1969, Mont Edegecombe. *Proceedings...* Mont Edegecombe 1969 p.253-62.

ZAMBELLO JÚNIOR., AZEREDO, D. F. Adubação na região centro-sul In: ORLANDO FILHO, J. *Nutrição e adubação de cana-de-açúcar no Brasil*. Piracicaba: IAA/PLANALSUCAR. 1983. p.289- 313.