

LUCÉLIA ALVES RAMOS

**CAMA DE FRANGO E ORGANOMINERAL NA CULTURA DA CANA-DE-
AÇÚCAR**

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

Orientadora

Prof. Dra. Regina Maria Quintão Lana

Co-orientador

Prof. Dr. Gaspar Henrique Korndörfer

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013

LUCÉLIA ALVES RAMOS

**CAMA DE FRANGO E ORGANOMINERAL NA CULTURA DA CANA-DE-
AÇÚCAR**

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

APROVADA em 03 de junho de 2013.

Prof. Dr. Gaspar Henrique Korndörfer (co-orientador)	UFU
Profa. Dra. Adriane de Andrade Silva	UFU
Prof. Dr. Adelar José Fabian	IFTM
Prof. Dr. Luiz Antônio Zanão Júnior	IAPAR

Prof. Dra. Regina Maria Quintão Lana
ICIAG-UFU
(Orientadora)

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013

AGRADECIMENTOS

Agradeço...

A Deus, por ter me dado a oportunidade de estar nesse mundo e por sempre me amparar em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais, Ivonete e Lindomar, os maiores responsáveis por essa conquista, o meu exemplo de vida e que sempre me apoiaram.

Aos meus irmãos, Marcelo e Liliane, pelo companheirismo e por sempre acreditarem na minha capacidade. A minha sobrinha Mariane, que antes de nascer já alegria os meus dias.

Aos meus cunhados, Solange e Mário, pela amizade e paciência.

Às minhas amigas irmãs, Nice, Mônica, Renata, Lilian e Letícia pelos anos de amizade, companheirismo, alegrias e tristezas compartilhadas e paciência.

Ao Fernando, uma pessoa muito especial na minha vida.

À professora Regina, pela orientação e confiança.

Ao professor Gaspar, pelas oportunidades e ensinamentos.

À Adriane, pela amizade e contribuições fundamentais em todo o trabalho.

Aos membros da banca, Adriane, Adelar e Luiz, pela disponibilidade e contribuições.

A todos os colegas de Doutorado, em especial ao Luis Augusto, Emmerson Moraes, Robson Xavier, Gustavo Alves, Marcos Vieira, Vanderley José, João Paulo e a Ivaniele Nahas, pela ajuda, esclarecimentos e companheirismo.

Aos técnicos e funcionários dos Laboratórios de Solos e Lafer, Marinho, Gilda, Eduardo, Manoel, Valéria, Adriano e Andréia, pelo apoio com as análises.

Aos secretários do programa de pós-graduação em Agronomia/UFU, Eduardo e Cida por sempre estarem dispostos a ajudar.

A Usina Jalles Machado e seus funcionários, Patrícia, Ivan, Vicente, Solimar e Márcio, pela disponibilidade e apoio na condução do trabalho.

A FAPEMIG, pelo apoio financeiro.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao programa de pós-graduação em Agronomia/UFU, pela oportunidade de ingresso no curso.

A todos, muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE ABREVIATURAS.....	vi
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1 Introdução.....	1
2 Revisão Bibliográfica.....	3
2.1 Adubação e Nutrição da Cana-de-Açúcar.....	3
2.2 Utilização de Resíduos Orgânicos na Agricultura.....	5
3 Material e Métodos.....	10
4 Resultados e Discussão.....	17
4.1 Produtividade.....	17
4.2 Variáveis tecnológicas.....	20
4.3 Características químicas do solo.....	24
4.4 Teores foliares de nutrientes.....	37
5 Conclusões.....	47
Referências.....	48

LISTA DE TABELAS

TABELA 01. Caracterização química do solo em duas profundidades da área do experimento com cana-planta, Usina Jalles Machado, 2009.....	10
TABELA 02. Caracterização química do solo em duas profundidades da área com o experimento com cana-soca, Usina Jalles Machado, 2009.....	11
TABELA 03. Caracterização química da cama de frango aplicada no experimento - Uberlândia, 2009.....	11
TABELA 04. Caracterização química do composto organomineral aplicado no experimento - Uberlândia, 2009.....	12
TABELA 05. Descrição dos tratamentos utilizados nos experimentos.....	12
TABELA 06. Doses de nutrientes fornecidas pela cama de frango e pelo composto organomineral.....	13
TABELA 07. Produtividade agrícola da cana-planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação de três doses de Cama de frango e Composto organomineral.....	17
TABELA 08. Produtividade agrícola da cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação de três doses de Cama de frango e Composto organomineral, safra 2009/2010.....	18
TABELA 09. Brix do caldo e fibra da cana em cana-planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação de três doses de Cama de frango (C F) e Composto organomineral (C O), safra 2009/2010.....	20
TABELA 10. Brix do Caldo e fibra da cana em cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.....	21
TABELA 11. Pol do caldo e pol da cana em cana-planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.....	22
TABELA 12. Pol do caldo e pol da cana em cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.....	22

TABELA 13. Pureza do caldo e pureza da cana em cana em cana-planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.....	23
TABELA 14. Pureza do caldo e pureza da cana em cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.....	24
TABELA 15. Teor de fósforo no solo em duas profundidades, na cana-planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.....	25
TABELA 16. Teor de fósforo no solo em duas profundidades, na cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.....	25
TABELA 17. pH do solo em duas profundidades, na cana-planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.....	27
TABELA 18. pH do solo em duas profundidades, na cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.....	27
TABELA 19. Teor de potássio no solo em duas profundidades, na cana-planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.....	28
TABELA 20. Teor de potássio no solo em duas profundidades, na cana-soca variedade SP835073, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.....	29
TABELA 21. Teor de cálcio no solo em duas profundidades, na cana-planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.....	30
TABELA 22. Teor de Cálcio no solo em duas profundidades, na cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação de três doses de Cama de frango (C F) e Composto organomineral (C O), safra 2009/2010.....	30
TABELA 23. Teor de magnésio no solo em duas profundidades, na cana-planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.....	31

TABELA 24. Teor de magnésio no solo em duas profundidades, na cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.....	31
TABELA 25. Teor de Alumínio no solo em duas profundidades, na cana-planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.....	32
TABELA 26. Teor de clumínio no solo em duas profundidades, na cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.....	33
TABELA 27. Teor de matéria orgânica do solo em duas profundidades, na cana-planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.....	34
TABELA 28. Teor de matéria orgânica do solo em duas profundidades, na cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.....	34
TABELA 29. Nitrogênio e enxofre foliar em cana planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação no solo de três doses de cama de frango (CF) e composto organomineral (CO), safra 2009/2010.....	37
TABELA 30. Nitrogênio e enxofre foliar em cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação no solo de três doses de cama de frango (CF) e composto organomineral (CO), safra 2009/2010.....	38
TABELA 31. Fósforo e potássio foliar em cana planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação no solo de três doses de cama de frango e composto organomineral, safra 2009/2010.....	40
TABELA 32. Fósforo e potássio foliar em cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação no solo de três doses de cama de frango (CF) e composto organomineral (CO), safra 2009/2010.....	40
TABELA 33. Cálcio e Magnésio foliar em cana planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação no solo de três doses de Cama de frango (CF) e Composto organomineral (CO), safra 2009/2010.....	41
TABELA 34. Cálcio e magnésio foliar em cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação no solo de três doses de cama de frango (CF) e composto organomineral (CO), safra 2009/2010.....	41

TABELA 35. Ferro e manganês foliar em cana planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação no solo de três doses de cama de frango (CF) e composto organomineral (CO), safra 2009/2010.....	42
TABELA 36. Ferro e manganês foliar em cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação no solo de três doses de cama de frango (CF) e composto organomineral (CO), safra 2009/2010.....	43
TABELA 37. Cobre e zinco foliar em cana planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação no solo de três doses de cama de frango (CF) e composto organomineral (CO), safra 2009/2010.....	44
TABELA 38 Cobre e Zinco foliar em cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação no solo de três doses de cama de cama de frango (CF) e composto organomineral (CO), safra 2009/2010.....	44

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01. Precipitação pluviométrica mensal acumulada da Usina Jalles Machado no período entre junho de 2009 e abril de 2010.....	10
FIGURA 02. Aplicação manual dos tratamentos na linha de plantio da cana-planta	13
FIGURA 03. Aplicação manual dos tratamentos na linha de plantio da cana-soca..	14
FIGURA 04 A. Produtividade agrícola da cana-planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação de três doses de cama de frango e composto organomineral, safra 2009/2010.....	18
FIGURA 04 B. Produtividade agrícola da cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação de três doses de cama de frango e composto organomineral, safra 2009/2010.....	18

LISTA DE ABREVIATURAS

Ac. - ácido
Al - alumínio
C F - cama de frango
C O - composto organomineral
Ca - cálcio
Ca - carbono
Cl - cloreto
cm - centímetro
cmolc - centimol carga
Cu - cobre
dag - decagrama
dm⁻³ - decímetro cúbico
EqM - equivalente em fertilizante mineral
Fe - ferro
g - grama
H - hidrogênio
ha - hectare
K - potássio
kg - kilograma
L - litro
Mg - magnésio
mg - miligrama
mm - milímetro
Mn - manganês
N - nitrogênio
O - oxigênio
P - fósforo
pH - potencial hidrogeniônico
S - enxofre
SB - soma de bases
T - capacidade de troca catiônica

t - tonelada

V % - saturação por bases

Zn - zinco

RAMOS, LUCÉLIA ALVES. **Cama de frango e organomineral na cultura da cana-de-açúcar**. 2013. 72 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.¹

RESUMO

A adubação da cana-de-açúcar assume papel de suma importância em todo o seu processo de produção, influenciando de forma direta a produtividade da cultura. A utilização de resíduos orgânicos como fornecedores de nutrientes pode ser uma alternativa para a substituição ou complementação dos adubos minerais na cultura. Diante do exposto, o objetivo do estudo foi verificar a influência da utilização de cama de frango, composto organomineral e adubação mineral, na produtividade, variáveis tecnológicas, atributos químicos do solo e teores foliares de nutrientes, na cultura da cana-de-açúcar, em cana-planta e cana-soca. Dois experimentos foram conduzidos em área de cultivo comercial da Usina Jalles Machado, no município de Goianésia, GO, no período de julho de 2009 a abril de 2010. Nas duas áreas, em setembro de 2009, foram aplicados manualmente na linha de plantio os seguintes tratamentos: Adubação mineral recomendada pela Usina - 66 kg ha⁻¹ de N: nitrato de amônio (NH₄NO₃ - 34 % de N); 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅: monoamônio fosfato (NH₄H₂PO₄ - 54% de P₂O₅); 82 kg ha⁻¹ de K₂O: cloreto de potássio (KCl - 60 % de K₂O) - que foi considerada como tratamento adicional; cama de frango e composto organomineral nas doses de 3,0, 6,0 e 9,0 t ha⁻¹, além do controle sem aplicação dos tratamentos. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em um esquema fatorial 2 x 3 + 1 + 1, dois (cama de frango e composto organomineral) x três doses + um tratamento adicional (adubação mineral) + um tratamento controle, com oito tratamentos e quatro repetições, totalizando 32 parcelas. Nas duas áreas estudadas, após 5 meses, foram coletadas 20 folhas por parcela para a realização das análises foliares dos macronutrientes (N, S, K, P, Ca e Mg) e micronutrientes (Fe, Mn, Cu e Zn). Aos 9 meses da aplicação dos resíduos nas áreas, foi realizada a colheita com posterior pesagem da cana para a avaliação da produtividade e coleta de solo de 0-20 e de 20-40 cm de profundidade para análise do pH, teores de Ca, Mg, P, K, Al e matéria orgânica. Além disso, foram coletadas ao acaso, dez plantas de cana na linha central de cada parcela experimental de cada área, para realização da análise das variáveis tecnológicas (brix do caldo, fibra da cana, pol do caldo e da cana e pureza do caldo e da cana). A produtividade da cana-planta foi superior com a utilização da cama de frango e composto organomineral em relação à adubação mineral. O composto organomineral foi superior à cama de frango na cana-planta em aumento de produtividade. Houve aumento linear da produtividade na cana-planta até a dose de 9 t ha⁻¹ de composto organomineral. A produtividade para a cana-soca foi semelhante quando se utilizou cama de frango, composto organomineral e fertilizante mineral. Houve incremento dos teores de fósforo do solo na cana-planta e cana-soca pela fertilização com cama de frango e composto organomineral. A aplicação de cama de frango, composto organomineral e fertilizante mineral não alterou as variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar, os teores de P, K, Ca, Mg, acidez e matéria orgânica do solo e teores foliares de nutrientes.

Palavras chave: *Saccharum officinarum*, adubação, cama de frango, compostagem

¹ Comitê Orientador: Regina Maria Quintão Lana– UFU (Orientador) e Gaspar Henrique Körndorfer – UFU (Co-orientador)

RAMOS, LUCÉLIA ALVES. **Poultry litter and organomineral fertilizer in sugarcane crop.** 2013. 72 p. Thesis (Doctorate in Agriculture/Horticultural Sciences) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.¹

ABSTRACT

Sugarcane fertilization takes a fundamental role in the whole production process, affecting the crop directly and indirectly. The use of organic residues as nutrient sources can be an alternative for substituting or complementing mineral fertilization for the crop. Therefore, this study determined the effect of poultry litter, organomineral and mineral fertilizers on sugarcane yield, technological variables, soil chemical properties and leaf nutrient contents, both in plant and ratoon cane. Two experiments were done in a commercial field at Jalles Machado Mill, in Goianésia, GO, from July 2009 to April 2010. Both areas received, in September 2009, in the furrows, the following treatments: Standard mineral fertilization of the Mill - 66 kg ha⁻¹ N: ammonium nitrate (NH₄NO₃ - 34% N); 120 kg ha⁻¹ P₂O₅: mono-ammonium phosphate (MAP - NH₄H₂PO₄ - 54% P₂O₅); 82 kg ha⁻¹ K₂O: potassium chloride (KCl- 60% K₂O) – which was considered as an additional treatment; poultry litter or organomineral compost at the doses 3.0, 6.0 and 9.0 t ha⁻¹, besides a control without any of the treatments. The experimental design was randomized blocks, as a 2 x 3 + 1 + 1 factorial, two fertilizers (poultry litter or organomineral compost) x three doses + one additional treatment (mineral fertilization) + one control treatment, with four replications. Five months after treatment application, for both areas, 20 leaves per plot were collected and used for analysis of macronutrients (N, S, K, P, Ca and Mg) and micronutrients (Fe, Mn, Cu and Zn). Harvest was done nine months after treatment application and the stalks weighed to determine yield, and soil was collected at the depths 0-20 and 20-40 cm for analysis of pH, Ca, Mg, P, K, and Al contents and organic matter. Also, ten plants were arbitrarily collected in the center row of each plot in each área, for technological analysis (juice brix, cane fiber, juice and cane pol and purity of juice and cane). Plant cane yield was greater with the use of poultry litter and organomineral compost than with mineral fertilization. Organomineral compost was better than poultry litter in increasing yield of plant cane, resulting in a linear yield increase of plant cane up to 9 t ha⁻¹ of the former. Ratoon cane yield was similar with all three fertilizers. Soil phosphorus contents increased in plant and ratoon cane after fertilization with poultry litter and organomineral compost. The use of poultry litter, organomineral compost or mineral fertilizer did not change sugarcane technological variables, nor soil P, K, Ca and Mg contents, acidity and organic matter, nor leaf nutrients.

Keywords: *Saccharum officinarum*, fertilization, poultry litter, composting.

¹ Supervising committee: Regina Maria Quintão Lana– UFU (Supervisor) e Gaspar Henrique Körndorfer – UFU (Co-supervisor)

1 INTRODUÇÃO

Vários são os fatores que influenciam a produtividade da cultura da cana-de-açúcar, dentre eles, luz, temperatura e água. Porém, esses não são os principais limitantes e de acordo com várias pesquisas realizadas a adubação, e consequente suprimento adequado de nutrientes, são os que mais limitam a produtividade da cultura.

A adubação interfere diretamente na fisiologia, qualidade e aumento de produção, além de crescimento vegetativo, umidade, teores de sacarose e clarificação do caldo, que estão diretamente relacionados com os teores de nutrientes que a cana absorve através da adubação.

Os custos com fertilizantes representam a grande parcela dos gastos com a produção da cultura, sendo que há uma dependência muito grande de matérias primas para a produção de fertilizantes minerais e a maioria dessas matérias primas é importada, o que onera o valor final do fertilizante produzido. Uma alternativa para diminuir essa dependência e maximizar a utilização de fertilizantes, seria a fertilização da cultura com resíduos orgânicos em substituição ou complementação à adubação mineral.

Resíduos urbanos, agropecuários e industriais podem ser utilizados como fornecedores de nutrientes e matéria orgânica, melhorando atributos químicos, físicos e a capacidade de retenção de água dos solos, o que será refletido em maiores produtividades para as culturas. Porém, fatores importantes como características químicas e físicas, capacidade de disponibilidade de nutrientes, legislação ambiental e eficiência agrônômica de cada produto, devem ser considerados.

Devido à expansão da produção de aves no país, aumentou-se muito a produção de resíduos de origem animal, destacando-se nesse cenário a cama de frango, substrato utilizado para cobrir os galpões de criação de frangos de corte. A cama de frango é considerada um fertilizante orgânico, possui composição química e quantidade de matéria orgânica variadas e quando aplicada ao solo tem a capacidade de melhorar suas condições químicas, físicas e biológicas. Sua utilização depende principalmente dos teores de nutrientes presentes no produto, da exigência da cultura e características do solo.

Além disso, a utilização da cama de frango como fertilizante pode contribuir com a sustentabilidade ambiental, visto que a mesma deixa o status de poluidor para se

tornar uma alternativa para a fertilização do solo e diminuir a utilização de fertilizantes minerais.

Além dos resíduos animais, diversos materiais são obtidos a partir da produção de açúcar e etanol, como a cinza de caldeira e a torta-de-filtro. O conhecimento da composição e dos possíveis usos desses materiais em lavouras possibilita sua utilização na forma de fertilizantes organominerais, o que pode proporcionar um maior controle ambiental, relevante economia na adubação de canaviais (SANTIAGO; ROSSETTO, 2009) e resultados significativos na produtividade da cana-de-açúcar.

Uma alternativa para se utilizar a cama de frango e os subprodutos da produção de açúcar e etanol é a compostagem desses resíduos juntamente com fertilizantes minerais, visando à melhoria de suas propriedades químicas e físicas. A utilização de resíduos, em substituição ou em conjunto com a adubação mineral na cana-de-açúcar é algo que atualmente necessita de maiores estudos por parte dos pesquisadores.

As pesquisas que avaliam a fertilização da cana-de-açúcar com resíduos, tanto de origem animal quanto industrial, seus efeitos no solo, produtividade e absorção de nutrientes pela cultura vêm avançando, porém ainda há necessidade de dados mais precisos e consistentes em relação à utilização desses produtos na cultura.

Assim, objetivou-se com esse trabalho avaliar a produtividade, variáveis tecnológicas, características químicas do solo e teores foliares de nutrientes da cana-de-açúcar em função da aplicação de cama de frango, composto organomineral e fertilizante mineral.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Adubação e nutrição da cana-de-açúcar

A produtividade da cultura da cana-de-açúcar é regida por diversos fatores intrínsecos à cultivar (aspectos genéticos), bem como fatores do clima, do solo e das práticas de manejo na cultura. Ressalta-se, ainda que, todos esses fatores estão interagindo entre si e que cabe aos profissionais ligados à cultura a integração dos efeitos desses fatores para a obtenção de maiores produtividades econômicas (GAMA, 2007). Porém, segundo Trivelin (2000), radiação solar, temperatura e água, não são os principais fatores que limitam a produtividade da cana-de-açúcar e sim a disponibilidade de quantidades adequadas de nutrientes minerais nos solos.

Os fertilizantes e defensivos agrícolas têm sido alvos frequentes de críticas quando o assunto é o custo de produção, devido sua elevação, seja no setor sucroalcooleiro ou em outras culturas. A justificativa para a alta dos preços tem ligação com a importação das matérias-primas para a produção de adubos e defensivos, já que cerca de 60 % do nitrogênio, 50 % do fósforo e 90 % do potássio utilizados na fabricação de fertilizantes no Brasil vêm de outros países (VIEIRA, 2009).

Segundo Zambelo; Orlando Filho (1981b), a quantidade de macronutrientes exportados para a produção de 100 toneladas de colmos na cana-planta é de: 154, 18, 153, 107, 51 e 47 kg de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, respectivamente. Enquanto, com relação exportação de micronutrientes, observa-se uma exportação de 311, 287, 8890, 2838 e 722 g de boro, cobre ferro, manganês e zinco, respectivamente.

A definição de doses de fertilizantes para a cana-de-açúcar pela estimativa de produtividade ($t\ ha^{-1}$ de cana) é uma prática que não deve ser adotada isoladamente por não ter embasamento técnico da pesquisa. Interpretações e recomendações distorcidas podem ocorrer se for utilizado apenas este parâmetro, podendo resultar em doses insuficientes, em alguns casos de falta de nutrientes no solo, ou em doses antieconômicas, com adubação em excesso, em situações de fertilidade natural elevada (BENEDINI; PENATTI, 2009).

As quantidades de nutrientes extraídas do solo pela cana-de-açúcar variam de acordo com os métodos de cultivo, variedade, tipo de solo e disponibilidade de nutrientes no solo. Observa-se que as extrações dos nutrientes encontraram-se na seguinte ordem decrescente para os macronutrientes: K>N>Ca>Mg>S>P (MAEDA, 2009).

De acordo com Figueiredo (2006), o potássio destaca-se por ser o nutriente exportado em maior quantidade por essa cultura, além de influenciar sua qualidade, atua no metabolismo da planta, ativando várias enzimas; exerce importante função na abertura e fechamento dos estômatos, além de estar relacionado com a assimilação de gás carbônico e fotofosforilação.

A adubação é uma prática que interfere de diversas maneiras na qualidade da cana-de-açúcar. A adubação nitrogenada está associada a um maior crescimento vegetativo e, portanto, maior umidade na cana, além disso, pode diminuir o teor de sacarose dos colmos. Já a adubação fosfatada está relacionada com o aumento da produção e também contribui de maneira significativa para aumentar o teor de P₂O₅ no caldo, melhorando o processo de clarificação do mesmo (KORNDÖRFER, 1994).

Em relação à adubação da cana-de-açúcar com micronutrientes, ainda existem muitas controvérsias por partes dos pesquisadores. Vitti et al. (2004) cita que isso acontece porque muitos dos resultados de pesquisa são contraditórios e a mente conservadora de técnicos que trabalham no setor resulta por discriminar a utilização de micronutrientes nas práticas de adubação.

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

O suprimento de nutrientes para as soqueiras da cana-de-açúcar é outro ponto que ainda requer mais estudos. A cana-de-açúcar para produção de etanol e açúcar é cultivada, em média, por quatro a cinco cortes, assim os ciclos da cana-soca podem representar até 90 % da área plantada. Apesar dessa representatividade, recomendações de adubação para soqueiras têm sido pouco estudadas, sobretudo tendo em vista que

atualmente se pretende aumentar a eficiência e diminuir custos do sistema de produção dessa cultura (WEBER et al., 2002).

Em relação a outros países, verifica-se que no Brasil as doses de fertilizantes utilizadas nas soqueiras são baixas. A adubação contribui para a maior longevidade do canavial, pois solos com altas fertilidades suportam um maior número de cortes entre os ciclos de reforma, de maneira que a produtividade ao longo dos anos se mantém econômica (ROSSETO et al., 2008).

Silva; Abramides (1976) citaram em seu estudo sobre adubação de soqueiras que poucas são as informações publicadas a respeito do assunto, fato que mostra uma grande incoerência econômica, já que as socas, em seus diversos cortes, representam, no mínimo, uma área duas vezes maior que a da cana-planta.

Weber et al. (2002) citam que a redução e/ou a omissão das doses e de nutrientes recomendados para a adubação de soqueiras de cana-de-açúcar deve ser uma decisão baseada em critérios e observações locais e que o manejo inadequado da adubação reduz drasticamente a produtividade da cultura induzindo à reforma de canaviais em áreas que poderiam apresentar maior longevidade.

A nutrição adequada da cana-de-açúcar é uma prática comprovadamente reconhecida como sendo uma das principais responsáveis pelos incrementos de produtividade da cultura. Considerando que a adubação mineral é a mais utilizada para o fornecimento de nutrientes e por representar grande parte dos custos de produção, buscar alternativas para as unidades produtoras de açúcar e etanol, visando diminuir esses custos, representa uma grande contribuição dos órgãos de pesquisa. Sendo assim, a utilização de resíduos, tanto de origem animal quanto industrial, nessas áreas produtoras, como fornecedores de nutrientes, é de suma importância e necessita de muitos estudos para ser comprovada.

2.2 Utilização de resíduos orgânicos na agricultura

Os resíduos orgânicos recebem esta denominação em função das elevadas quantidades de carbono, hidrogênio e oxigênio que armazenam em suas moléculas componentes. Durante a fotossíntese, ocorre a síntese das diferentes moléculas orgânicas encontradas na natureza através de reação bioquímica que utiliza CO₂, água e energia solar e uma série de outros elementos químicos. Parte dessas moléculas sintetizadas retorna ao solo e é decomposta através da senescência dos materiais

vegetais, da excreção de compostos pelas plantas, da morte de animais etc., ocorrendo a ciclagem dos nutrientes que as compõem. O restante é imobilizado na estrutura de plantas e animais, com grande chance de haver transferências dos locais de produção para outras áreas, em razão da utilização como alimentos para animais, matéria-prima para indústrias de alimentos, cobertura de solo, adubo para as culturas, resíduos para geração de energia, etc. Essas transferências para áreas agrícolas, conforme manejo adotado, acarretam tempos variáveis de ciclagem dos resíduos orgânicos (SILVA, 2008).

De acordo com Westerman; Bicudo (2005), os resíduos orgânicos são normalmente subprodutos das atividades industriais, urbanas e agropecuárias, mas antes de utilizá-los deve-se considerar alguns aspectos como: características, disponibilidade, benefícios e aspectos legais (legislação ambiental e eficiência agrônômica).

Severino et al. (2004) citam que quando se utiliza o adubo orgânico ocorre uma liberação gradual dos nutrientes à medida que são demandados para o crescimento da planta, o que é uma vantagem em relação à aplicação de fertilizantes minerais. Se os nutrientes forem imediatamente disponibilizados no solo, como ocorre com os fertilizantes minerais, podem ser perdidos por volatilização (principalmente o nitrogênio), fixação (fósforo) ou lixiviação (principalmente o potássio). Por outro lado, a mineralização de alguns materiais orgânicos pode ser excessivamente lenta, de forma que os nutrientes não são disponibilizados em quantidade suficiente e o crescimento da planta é limitado por carência nutricional.

Dejetos de suínos e cama de frango são resíduos agroindustriais considerados excelentes fontes de nutrientes. Além disso, o seu uso adiciona matéria orgânica que melhora os atributos físicos do solo, aumenta a capacidade de retenção de água, reduz a erosão, melhora a aeração e cria um ambiente mais adequado para o desenvolvimento da flora microbiana do solo (MENEZES et al., 2002).

Após o crescimento da avicultura de corte no país, ocorreu aumento na oferta de resíduos animais, como a cama de frango e a necessidade de reutilizá-los ou eliminá-los. Assim, a utilização dos mesmos no setor agropecuário como fonte alternativa de nutrientes se reveste de importância, tanto pela destinação correta deste produto a fim de evitar impactos ambientais, como pelos altos custos dos adubos sintéticos (PORTUGAL et al., 2009).

A cama de frango é uma mistura de substrato (maravalha, casca de arroz, entre outros), de fezes, de penas e restos de ração usada para a forração de galpões de criação

de aves de corte. A cama é produzida após cada ciclo de produção (lote), sendo normalmente reutilizada por até três ou quatro vezes, após processo de redução de carga microbiana. Esse resíduo pode ser utilizado para melhorar as propriedades físicas e químicas do solo e, conseqüentemente, a produtividade de algumas culturas (SILVA et al., 2009).

O conteúdo de nutrientes da cama de frango é variável. Em média esses valores são de 30, 24, 36,5, 23 e 7,3 kg t⁻¹ para nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e de 65,5 % de matéria orgânica. O conhecimento desses valores constitui a base da adubação para cada cultura, em função da produtividade pretendida (KONZEN, 2003).

O aproveitamento dos nutrientes da cama de frango e de outros resíduos agroindustriais pode ser feito de forma direta ou através de processamento simples, como a compostagem, a qual se apresenta como uma forma de minimizar a problemática ambiental diminuindo o volume dos detritos e fornecendo, como produto final, um material que possa ser utilizado como insumo agrícola, tornando-se, assim, uma alternativa viável e eficiente na reciclagem de resíduos agroindustriais (SILVA, 2007).

Segundo Peigné; Girardin (2004 apud SILVA, 2008), a compostagem é um processo aeróbico de decomposição controlada de materiais orgânicos que resulta na produção de substâncias similares em composição ao húmus do solo e de minerais, por meio da atuação de microrganismos e reações químicas e físicas. Em geral, materiais mais ricos em nutrientes são ricos em um tempo menor, ao passo que resíduos mais pobres e como relação C/N mais larga necessitam de um tempo maior para serem humificados (SILVA, 2008).

O composto orgânico é o produto da decomposição de resíduos vegetais e animais e visa transformar tais resíduos em produtos adequados à melhoria dos solos e fertilização das culturas. Sendo assim, os resíduos orgânicos agrícolas e agroindustriais, quando manipulados adequadamente, podem fornecer aos sistemas agrícolas boa parte da demanda de insumos sem afetar os recursos do solo e do ambiente (SILVA, 2007).

De acordo com Silva (2005), para a recomendação correta dos resíduos orgânicos, deve-se observar o custo do produto e a disponibilidade próxima ao local de aplicação, pois o frete poderá inviabilizar sua utilização; as dificuldades de manejo (ex: forma de aplicação ou a necessidade de maquinários específicos), as diferenças entre os tratamentos culturais e as necessidades nutricionais da cultura implantada.

Santos et al. (2004), estudando o efeito da aplicação de cama de frango nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho Escuro cultivado com sorgo granífero, concluíram que a mesma é fonte de P, K, Ca, Mg, Cu e Zn. Além disso, para os parâmetros de fertilidade do solo, favorece a elevação do pH, a soma de bases (SB), a capacidade de troca catiônica (T), a saturação por bases (V%) e a diminuição da acidez potencial (H+Al).

Konzen (2003), em estudo utilizando cama de frango combinada com adubação mineral, na cultura do milho em plantio direto, cita que doses menores e exclusivas foram mais eficientes e econômicas e que as combinações com adubos químicos não tiveram produtividade maior do que as doses exclusivas. A produtividade das doses exclusivas, de 3,6, 5,0 e 7,5 t ha⁻¹ de cama de aves, foram similares, comprovando melhor eficiência para a dose de 3,6 t ha⁻¹, que também foi 36% mais econômica do que a adubação mineral.

Costa (2005), estudando o efeito da aplicação de cama de frango em um Latossolo Vermelho cultivado com *Brachiaria decumbens* sp, concluiu que há potencial para o aproveitamento do resíduo na recuperação física do solo e na pastagem degradada. Além disso, a cama de frango foi capaz de aumentar a disponibilidade de nutrientes às plantas, o que leva ao desenvolvimento do sistema radicular e fornece material orgânico que tem papel fundamental na reestruturação do solo.

Zuim (2007) avaliou o efeito de diferentes culturas de cobertura e presença ou ausência de adubação orgânica e mineral na cultura da soja e concluiu que a adubação orgânica efetuada proporcionou aumentos na produção de matéria seca das culturas de cobertura avaliadas e elevou significativamente os teores dos nutrientes P e K em todas as profundidades avaliadas.

As diversas pesquisas realizadas nos últimos anos têm se concentrado na utilização de cama de aves em hortaliças, produção de grãos e forragens para bovinos e recuperação de solos e pastagens degradadas. Baseando-se nesses resultados, é de se esperar que haja resposta da utilização de cama de frango na cultura da cana-de-açúcar.

Além dos resíduos animais, diversos materiais são obtidos a partir da produção de açúcar e etanol em uma usina sucroalcooleira. O conhecimento da composição e dos possíveis usos desses materiais em lavouras possibilitou sua utilização na forma de fertilizantes organominerais e fertirrigantes. Isso proporcionou um maior controle ambiental e relevante economia na adubação de canaviais (SANTIAGO; ROSSETTO, 2009).

De acordo com Fravet et al. (2010), para atender a grande expansão da cultura da cana-de-açúcar no Brasil, mais áreas são plantadas e, conseqüentemente, maiores volumes de resíduos (como a torta de filtro) são gerados. Estes podem ser utilizados na agricultura como fonte de nutrientes, reduzindo a contaminação ambiental e os custos com adubação.

Dentre os benefícios da torta de filtro, destaca-se o fornecimento de matéria orgânica e nutrientes à cana-de-açúcar, aumentando a capacidade de reter maiores quantidades de água e suprir as deficiências hídricas impostas à cultura (PENATTI, 1991 apud NARDIN, 2007). Korndörfer; Anderson (1997) citam que a torta de filtro promove alterações significativas nos atributos químicos do solo, tais como aumento na disponibilidade de fósforo, cálcio e nitrogênio, aumento nos teores de carbono orgânico e capacidade de troca de cátions, e ainda a diminuição nos teores de alumínio trocáveis.

Nardin (2007), estudando a aplicação da torta de filtro em um argissolo e seus efeitos agrônômicos em duas variedades de cana-de-açúcar, verificou que ocorreram melhorias na fertilidade do solo na camada de 20-40 cm, com aumentos significativos de Ca e P, devidos à aplicação da torta de filtro, principalmente quando aplicada no sulco, porém estas melhorias não se traduziram em ganhos de produtividade no primeiro corte.

Santos (2009), estudando o enriquecimento da adubação fosfatada com torta de filtro na cana-de-açúcar, conclui que a produtividade de colmos e o perfilhamento foram influenciados pelas doses do resíduo aplicadas ao solo. Segundo o autor a elevação da produtividade pode ser atribuída ao fornecimento de matéria orgânica, fósforo, cálcio e os demais nutrientes presentes na torta de filtro.

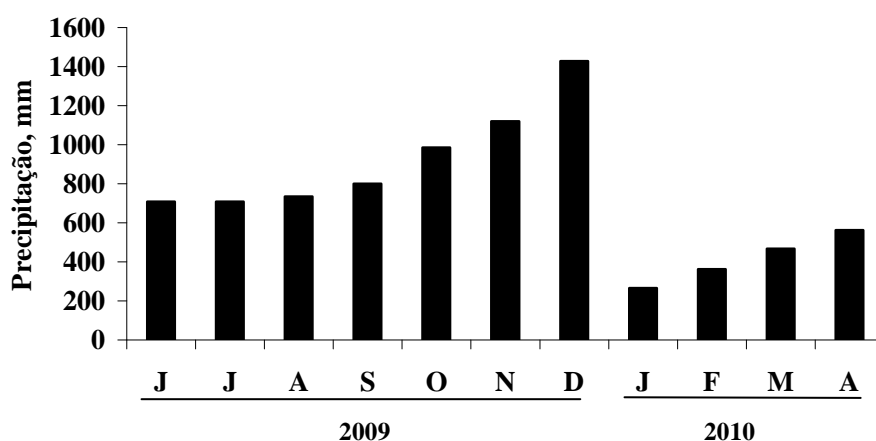
Fravet et al. (2010), avaliando a aplicação superficial na linha e incorporada na entrelinha de doses de torta de filtro, sobre as variáveis tecnológicas e produtividade da cana soca, concluíram que aplicação do resíduo diminuiu o Brix do caldo e o Pol da cana, entretanto, houve aumento na produtividade de colmos por hectare e na produtividade de sacarose por hectare.

Vários são os resultados de pesquisa encontrados para as diferentes culturas quando da utilização de resíduos e compostos orgânicos, porém, para a cana-de-açúcar ainda há muito que se pesquisar principalmente em relação à dinâmica desses produtos no solo e seus efeitos na produtividade da cultura.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados em duas áreas de cultivo comercial da Usina Jalles Machado, no município de Goianésia, GO, uma com cana-planta, variedade IAC91-1099 e outra com cana-soca de 3º corte, variedade SP835073. A precipitação pluviométrica média acumulada na usina foi de: 926,8 mm de julho a dezembro de 2009 e de 414,1 mm de janeiro a abril de 2010 (Figura 1).

FIGURA 1. Precipitação pluviométrica mensal acumulada da usina Jalles Machado no período entre junho de 2009 e abril de 2010.



O solo da área onde foi cultivada a cana-planta é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, textura argilosa, apresentando 589 g kg⁻¹ de argila de 0 a 20 cm e 604 g kg⁻¹ de 20 a 40 cm e caracterização química de acordo com a Tabela 1. A área de cana-soca apresenta 561 g kg⁻¹ de argila de 0 a 20 cm e 684 g kg⁻¹ de 20 a 40 cm sendo também classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, cujas características químicas encontram-se na Tabela 2.

TABELA 1. Caracterização química do solo em duas profundidades, da área do experimento com cana-planta.

Prof. cm	pH	P mg dm ⁻³	K ⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	M.O. dag kg ⁻¹
			-----cmolc dm ⁻³ -----				
00-20	5,2	12,5	0,04	0,05	1,7	0,6	2,1
20-40	5,0	2,9	0,03	0,1	1,2	0,4	1,8

pH – CaCl₂ 1 mol L⁻¹; P e K - Extrator Mehlich-1 (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹); Ca, Mg e Al - Extrator KCl 1 mol L⁻¹

TABELA 2. Caracterização química do solo em duas profundidades, da área com o experimento com cana-soca.

Prof. cm	pH	P mg dm ⁻³	K ⁺ -----cmolc dm ⁻³ -----	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	M.O. dag kg ⁻¹
00-20	4,9	3,7	0,5	0,1	1,7	0,8	2,6
20-40	4,7	0,7	0,5	0,2	1,0	0,5	1,8

pH – CaCl₂ 1 mol L⁻¹; P e K - Extrator Mehlich-1 (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹); Ca, Mg e Al - Extrator KCl 1 mol L⁻¹.

Foram utilizados nos experimentos, cama de frango e composto organomineral. A caracterização química da cama de frango, de origem de granjas de frangos de crescimento e engorda e produzidos em Rio Verde – GO está descrita na Tabela 3. A caracterização do composto organomineral está descrita na Tabela 4, o mesmo foi compostado na própria Usina por um período de 41 dias, recebendo as seguintes proporções de materiais na leira: 55 % de torta de filtro, 17,8 % de cinza de caldeira, 17,8 % de cama de frango e 7,1 % de gesso agrícola. No momento da aplicação no campo foram adicionados ainda 1,1 % de nitrato de amônio e 1,2 % de cloreto de potássio.

TABELA 3. Caracterização química da cama de frango aplicada no experimento – Uberlândia, 2009.

Determinações	Base Seca (110°C)	Umidade Natural
pH em CaCl ₂ (0,01mol L ⁻¹)	----	8,2
Matéria orgânica total (%)	61,80	48,22
Carbono Orgânico (%)	23,69	18,49
Relação C/N (C total/N total)	12/1	12/1
Relação C/N (C org./N total.)	8/1	8/1
Umidade total (%)	----	21,98
Nitrogênio total (%)	2,81	2,19
Fósforo total (%)	3,72	2,90
Potássio total (%)	3,64	2,84
Cálcio total (%)	4,38	3,42
Magnésio total (%)	0,73	0,57
Enxofre total (%)	0,63	0,49
Boro total mg kg ⁻¹	55	43
Cobre mg kg ⁻¹	394	307
Ferro mg kg ⁻¹	11092	8654
Manganês total mg kg ⁻¹	783	611
Zinco mg kg ⁻¹	611	477
Sódio total mg kg ⁻¹	5146	4015

N – [N Total] = digestão sulfúrica; P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn = Digestão Nitro Perclórica; B = Colorimétrico Azometina-H.

TABELA 4. Caracterização química do composto organomineral aplicado no experimento - Uberlândia, 2009.

Determinações	Base Seca (110°C)	Umidade Natural
pH em CaCl ₂ (0,01mol L ⁻¹)	----	8,20
Matéria orgânica total (%)	59,90	32,20
Carbono Orgânico (%)	23,10	12,46
Relação C/N (C total/N total)	18/1	18/1
Relação C/N (C org./N total.)	13/1	13/1
Umidade total (%)	----	46,08
Nitrogênio total (%)	1,81	0,98
Fósforo total (%)	3,11	1,68
Potássio total (%)	3,98	2,15
Cálcio total (%)	5,50	2,97
Magnésio total (%)	0,65	0,35
Enxofre total (%)	3,41	1,84
Boro total mg kg ⁻¹	25	13
Cobre mg kg ⁻¹	270	146
Ferro mg kg ⁻¹	6521	3516
Manganês total mg kg ⁻¹	826	445
Zinco mg kg ⁻¹	460	248
Sódio total mg kg ⁻¹	5075	2737

N-[N Total] = digestão sulfúrica; P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn = Digestão Nitro Perclórica; B = Colorimétrico Azometina-H.

Os tratamentos utilizados nos experimentos estão descritos na Tabela 5. Na Tabela 6, constam as doses equivalentes de nutrientes fornecidas pelos tratamentos com resíduos.

TABELA 5. Descrição dos tratamentos utilizados nos experimentos, cana-planta e cana-soca.

Tratamento	Dose
Controle	Ausência de aplicação dos tratamentos
*Adubação mineral	66 kg ha ⁻¹ de N + 120 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ + 82 kg ha ⁻¹ de K ₂ O
Cama de frango	3 t ha ⁻¹
Cama de frango	6 t ha ⁻¹
Cama de frango	9 t ha ⁻¹
Composto organomineral	3 t ha ⁻¹
Composto organomineral	6 t ha ⁻¹
Composto organomineral	9 t ha ⁻¹

* Adubação mineral recomendada pela Usina; N: nitrato de amônio (NH₄NO₃ - 34 % de N); P: monoamônio fosfato (MAP - NH₄H₂PO₄ - 54% de P₂O₅); K₂O: cloreto de potássio (KCl- 60 % de K₂O) - Tratamento adicional.

TABELA 6 – Doses de nutrientes fornecidas pelos resíduos

Tratamento	Doses de nutrientes (kg ha ⁻¹)				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
3 t ha ⁻¹ Cama de frango	66,0	87,0	85,0	103,0	17,0
6 t ha ⁻¹ Cama de frango	132,0	174,0	170,0	206,0	34,0
9 t ha ⁻¹ Cama de frango	198,0	261,0	255,0	309,0	51,0
3 t ha ⁻¹ Composto organomineral	29,0	50,0	65,0	89,0	11,0
6 t ha ⁻¹ Composto organomineral	58,0	100,0	129,0	178,0	22,0
9 t ha ⁻¹ Composto organomineral	87,0	150,0	194,0	267,0	33,0

A cana-soca de terceiro corte foi plantada em outubro de 2007 e a cana-planta em julho de 2009. Em setembro de 2009, os adubos foram aplicados manualmente na linha de plantio das parcelas experimentais das duas áreas, cana-planta e cana-soca (Figuras 2 e 3).

FIGURA 2. Aplicação manual dos tratamentos na linha de plantio da cana-planta (Foto: Usina Jalles Machado, 2009).



FIGURA 3. Aplicação manual dos tratamentos na linha de plantio da cana-planta (Foto: Usina Jalles Machado, 2009).



De acordo com o histórico fornecido pela usina, na área de cana-planta, antes da instalação do experimento, foi feita a aplicação de calcário, gesso e fosfato natural Itafós (7 % de P_2O_5 – Ac. Cítrico 2% 1:100 e 24 % de P_2O_5 total) com posterior plantio de soja em 2008. Após a colheita da soja, foi realizado o plantio da cana em julho de 2009. Na área de cana-soca, introduzida em 2007, antes do plantio foi feito calagem, gessagem, aplicação de Itafós e plantio de crotalária, além da aplicação de uma lâmina de salvamento de 60 mm com vinhaça. Os tratos culturais necessários durante a condução dos experimentos foram realizados de acordo com critérios estabelecidos pela Usina Jalles Machado.

Cada parcela experimental foi representada por 5 linhas de cana-de-açúcar espaçadas entre si em 1,5 m, com 10 m de comprimento, totalizando uma área útil de 75 m^2 . O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em um esquema fatorial $2 \times 3 + 1 + 1$, dois (cama de frango e composto organomineral) x três doses + um tratamento adicional (adubação mineral) + um tratamento controle, com oito tratamentos e quatro repetições, totalizando 32 parcelas.

Para a realização das análises foliares, em fevereiro de 2010, nas duas áreas, foi feita a coleta de 5 folhas por linha dentro da área útil de cada parcela, totalizando 20 folhas de cana por parcela, seguindo metodologia descrita por Korndörfer; Ramos (2008). Após nove meses de cultivo, em abril de 2010, foi realizada a colheita da cana-

planta e cana-soca, com posterior pesagem da cana para obtenção da produtividade e a coleta do solo na entrelinha da cana, de 0-20 e de 20-40 cm de profundidade.

Foram feitas análises químicas (pH, Ca, Mg, K e P), de matéria orgânica de solo e de teores foliares de nutrientes no Laboratório de Análises de Solo (LABAS) do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, seguindo metodologia descrita pela EMBRAPA (2009), além da produtividade e variáveis tecnológicas da cana.

Para realização da análise das variáveis tecnológicas na cana, foram coletadas, ao acaso, dez plantas de cana seguidas na linha central de cada parcela experimental. O material foi analisado no Laboratório de Análises Tecnológicas da Usina Jalles Machado, utilizando metodologia descrita por Glória; Rodela (1972) e Coopersucar (1980). As variáveis tecnológicas avaliadas estão descritas abaixo de acordo com Fernandes (2003):

- Brix do caldo: expressa a porcentagem peso/peso dos sólidos solúveis contidos em uma solução pura de sacarose, ou seja, mede o teor de sacarose na solução. Por consenso, admite-se o brix como a porcentagem aparente de sólidos solúveis contidos em solução açucarada impura, por exemplo, o caldo extraído da cana.
- Fibra da cana: é a matéria insolúvel em água contida na cana;
- Pol: é definida como a quantidade de sacarose, em porcentagem, presente na cana ou no caldo da cana-de-açúcar;
- Pureza da cana: é determinada pela relação $\text{Pol/Brix} \times 100$. Quanto maior a pureza da cana, melhor a qualidade da matéria-prima para se recuperar açúcar. Todas as substâncias que apresentam atividade óptica podem interferir na Pol, como açúcares redutores (glicose e frutose), polissacarídeos e algumas proteínas;
- Pureza do caldo: porcentagem de sacarose contida nos sólidos solúveis.

A eficiência agronômica da cama de frango e composto organomineral, foi avaliada por meio do cálculo do equivalente em fertilizante mineral (EqM) quando as equações de regressão das doses foram significativas.

O EqM foi calculado da seguinte forma: nos modelos de regressão das doses, ajustados à produtividade com os resíduos, substituiu-se na variável y a produção obtida com o fertilizante mineral. Dessa forma, calculou-se qual a dose equivalente de

resíduo, cama de frango e composto organomineral, para obter a mesma produtividade que foi obtida com o fertilizante mineral.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Os tratamentos, adicional e controle foram comparados com os tratamentos que receberam aplicação de cama de frango e composto organomineral pelo teste de Dunnet e as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey, utilizando-se o programa estatístico Assistat (ASSIS, 2011). Para a avaliação da aplicação das diferentes doses de resíduos, realizou-se a análise de regressão com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA 2000). Utilizou-se o nível de significância de 5% em todos os testes estatísticos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produtividade

Na cana-planta, a produtividade foi significativamente superior quando se utilizou o composto organomineral, produzindo em média 12,2 t ha⁻¹ de colmos acima da cama de frango (Tabela 7). A maior produtividade foi obtida com a aplicação de 9 t ha⁻¹ de composto, produzindo 13,0 t ha⁻¹ de colmos a mais que o tratamento com adubação mineral e 23,0 t ha⁻¹ comparado ao tratamento controle.

Apesar de não ter sido observada diferença significativa, os tratamentos que receberam 3 e 6 t ha⁻¹ de cama de frango influenciaram de forma positiva a produtividade da cana-planta, sendo superiores ao tratamento controle e a adubação mineral, produzindo 13,0 e 10,9 t ha⁻¹ de colmos a mais, respectivamente (Tabela 7).

TABELA 7. Produtividade agrícola da cana-planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação de três doses de cama de frango e composto organomineral, safra 2009/2010.

Tratamento	Produtividade	
	cama de frango	composto organomineral
	-----t ha ⁻¹ -----	
Adubação Mineral ¹		138,8
Controle ²		128,2
3 t ha ⁻¹	141,2 ^{ns}	147,8 ^{ns}
6 t ha ⁻¹	139,1 ^{ns}	149,9 ^{ns}
9 t ha ⁻¹	132,9 ^{ns}	152,0 [*]
Média	137,7 b	149,9 a

CV % = 7,94; DMS CF e CO = 9,52 ; DMS Dunnet = 22,56

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

Para a cana-soca, não foram observadas diferenças significativas entre o tratamento controle, adubação mineral e tratamentos que receberam os resíduos orgânicos (Tabela 8), porém, observa-se que a aplicação de 3 t ha⁻¹ de cama de frango e composto organomineral resultou num incremento de 6,2 t ha⁻¹ e 5 t ha⁻¹ de cana, respectivamente (Tabela 8).

TABELA 8. Produtividade agrícola da cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação de três doses de cama de frango e composto organomineral, safra 2009/2010.

Tratamento	Produtividade	
	cama de frango	composto organomineral
	-----t ha ⁻¹ -----	
Adubação Mineral ¹		113,0
Controle ²		112,8
3 t ha ⁻¹	119,2 ^{ns}	118,0 ^{ns}
6 t ha ⁻¹	116,5 ^{ns}	112,0 ^{ns}
9 t ha ⁻¹	112,9 ^{ns}	115,1 ^{ns}
Média	116,2 a	115,0 a

CV % = 6,58; DMS CF e CO = 6,42; DMS Dunnet = 15,23
Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

Em relação às doses, observa-se que houve um o aumento linear significativo somente para a utilização do composto organomineral na cana-planta, (Figura 4 A). Utilizando a equação da reta da Figura 4 A, calculou-se o equivalente em fertilizante mineral (EqM), ou seja, a dose de composto organomineral necessária para obter a mesma produtividade quando se utilizou o fertilizante mineral. Verificou-se que, com a utilização de 2,18 t ha⁻¹ do composto organomineral, foi obtida a mesma produtividade de 138,8 t ha⁻¹ de cana que quando se utilizou o fertilizante mineral na dose recomendada e utilizada pela usina.

Figura 4 A - Produtividade agrícola da cana-planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação de três doses de Cama de frango e composto organomineral, safra 2009/2010.

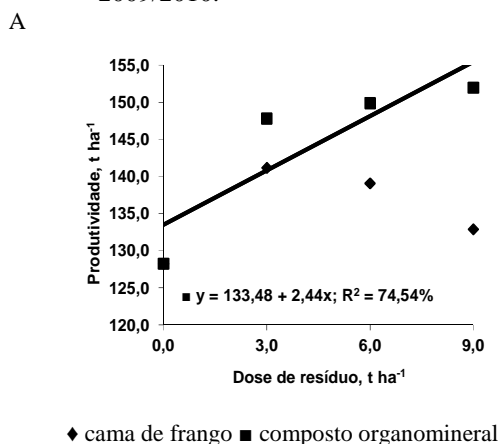
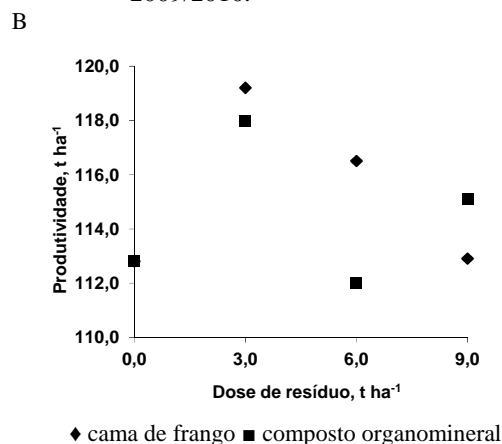


Figura 4 B - Produtividade agrícola da cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação de três doses de cama de frango e composto organomineral, safra 2009/2010.



Maiores produtividades podem ser esperadas com a aplicação da cama de frango

e do composto organomineral nas mesmas áreas, em safras seguintes, já que o efeito residual e o aumento da mineralização dos produtos podem contribuir para o aumento desse parâmetro. Assis (2007), avaliando a fertilização com cama de frango na produtividade, atributos bromatológicos e na absorção de nutrientes da *Brachiaria decumbens*, observou que a influência da fertilização sobre a produtividade ocorreu somente na segunda coleta e foi mais expressiva com maiores doses de cama de frango.

No processo de compostagem do composto organomineral, além da cama de frango, o mesmo recebeu torta de filtro, cinza de caldeira, gesso e nutrientes minerais (N-P-K). Os melhores resultados do composto podem ser explicados pelos materiais contidos no mesmo, ou seja, a torta de filtro é rica em micronutrientes e minerais que são menos sujeitos a lixiviação, proporcionando um aumento da CTC e uma maior retenção de água (Nardin, 2007). Segundo Korndörfer & Anderson (1997), a torta de filtro promove alterações significativas nos atributos químicos do solo, tais como aumento na disponibilidade de fósforo, cálcio e nitrogênio, aumento nos teores de carbono orgânico e capacidade de troca de cátions e, ainda, diminuição nos teores de alumínio trocáveis.

Com a adição de torta de filtro e dos nutrientes minerais, há uma melhoria do composto com conseqüente incremento das condições físico-químicas e microbiológicas do solo, o que será refletido em maiores produtividades. Rao; Veeranna (1998 apud Meirelles 2009) verificaram que a aplicação de doses combinadas de esterco de curral com a adubação mineral proporcionou maiores rendimentos da cana-de-açúcar.

Com isso deve-se se esperar que a substituição da adubação mineral pela adubação com cama de frango e composto organomineral, possa ser uma alternativa interessante, como já mencionado por Matsuoka et al. (2002) que citam que a produção de cana com a utilização de resíduos orgânicos é viável devido à obtenção de produtividades agrícolas similares às obtidas com fertilização mineral e por Anjos et. al (2007) que concluíram ser possível substituir a adubação mineral pela orgânica sem perdas na qualidade da matéria-prima e nos rendimentos de colmos e de açúcar mascavo artesanal.

Levando em consideração os dados de produtividade apresentados, onde cama de frango e composto organomineral foram superiores ou não diferiram da adubação mineral na maioria dos tratamentos, pode-se considerar que a utilização da cama de frango pura ou em conjunto com resíduos da produção de açúcar e etanol e fertilizantes

minerais, ou seja, como um composto organomineral, representa uma alternativa que pode ser utilizada em substituição à adubação mineral.

4.2 Variáveis tecnológicas

A aplicação da cama de frango e do composto organomineral no solo não influenciou as variáveis tecnológicas avaliadas, tanto na cana-planta como na cana-soca (Tabelas 9 a 14), ambos os tratamentos não diferenciaram estatisticamente do tratamento controle e da adubação mineral.

O brix do caldo foi em média de 16 % na cana-planta e 18 % na cana-soca (Tabelas 8 e 9). Na prática, o brix tem uma relação direta com o teor de açúcares do caldo e corresponde a 18-25 % do total do mesmo (LAVANHOLI, 2010). O teor mínimo de 18 % de brix do caldo foi obtido quando se utilizaram 3 t ha⁻¹ de cama de frango e composto organomineral na cana-soca (Tabela 9).

Garcia et al. (2009), estudando o uso de resíduos de alambique, fertilização orgânica e mineral em cana-de-açúcar primeira soqueira, não observaram efeito dos adubos orgânicos associados ou não com a adubação mineral nas principais características tecnológicas da cana-de-açúcar.

TABELA 9. Brix do caldo e fibra da cana em cana-planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.

Tratamento	Brix caldo, %			Fibra cana, %		
	CF	CO	Média	CF	CO	Média
Ad. Mineral ¹	16,2			12,1		
Controle ²	16,1			12,5		
3 t ha ⁻¹	16,0 ^{ns}	15,7 ^{ns}	15,9 A	12,6 ^{ns}	12,2 ^{ns}	12,4 A
6 t ha ⁻¹	16,4 ^{ns}	16,2 ^{ns}	16,3 A	12,1 ^{ns}	12,1 ^{ns}	12,1 AB
9 t ha ⁻¹	15,9 ^{ns}	16,1 ^{ns}	16,0 A	11,7 *	12,0 ^{ns}	11,8 B
Média	16,1 a	16,0 a		12,1 a	12,1 a	
	CV % = 3,35			CV % = 3,16		
	DMS CF e CO = 0,45			DMS CF e CO = 0,32		
	DMS Dunnet = 1,08			DMS Dunnet = 0,77		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

Na cana-soca, houve uma diminuição dos teores de fibra quando foi aplicado cama de frango na dose de 9 t ha⁻¹. Para os demais tratamentos, não foram observadas

alterações dessa variável pela aplicação de fertilizante mineral, cama de frango e composto organomineral, tanto em cana-planta quanto em cana-soca (Tabelas 9 e 10). Na cana-planta, os valores médios com a aplicação de cama de frango e composto organomineral foram de 12,1 % e na cana-soca esses valores de 13,0%.

Fernandes (2003) cita que em uma matéria-prima adequada para industrialização, os níveis ideais devem variar de 10 a 11% de fibra, portanto, no presente estudo esses valores estão acima desse nível ideal.

Sob o ponto de vista industrial, o teor de fibra é importante para o balanço energético da indústria, já que as fibras são utilizadas para a queima nas caldeiras gerando o vapor que será transformado em energia elétrica para abastecer a própria usina, bom como para a venda do excedente (LAVANHOLI, 2010).

TABELA 10. Brix do caldo e fibra da cana em cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.

Tratamento	Brix caldo, %			Fibra Cana, %		
	CF	CO	Média	CF	CO	Média
Ad. Mineral ¹	18,1			13,3		
Controle ²	17,3			12,9		
3 t ha ⁻¹	18,1 ^{ns}	17,7 ^{ns}	17,9 A	12,8 ^{ns}	13,3 ^{ns}	13,0 A
6 t ha ⁻¹	17,9 ^{ns}	16,9 ^{ns}	17,4 A	13,2 ^{ns}	12,2 ^{ns}	12,7 A
9 t ha ⁻¹	18,0 ^{ns}	18,2 ^{ns}	18,1 A	12,9 ^{ns}	12,9 ^{ns}	12,9 A
Média	18,0 a	17,6 a		13,0 a	12,8 a	
	CV % = 4,16			CV % = 4,38		
	DMS CF e CO = 0,62			DMS CF e CO = 0,48		
	DMS Dunnet = 1,49			DMS Dunnet = 1,13		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

Os valores de pol do caldo e pol da cana, tanto em cana-soca quanto em cana-planta, não foram alterados pela aplicação dos resíduos orgânicos e fertilizante mineral na cana-planta e cana-soca (Tabelas 11 e 12).

Os valores médios de pol do caldo para a cana-planta foram de 12,5 % quando se utilizou o fertilizante mineral, 12,9 % para a cama de frango e 12,6 % para o composto organomineral. Na cana-soca esses valores foram um pouco maiores, 15,0 % para a utilização do fertilizante mineral, 14,9 % para a cama de frango e 14,3 para o composto organomineral.

O pol da cana foi de 10,5% quando se utilizou a fertilização mineral, 10,9 % para a cama de frango e 10,6 % para o composto organomineral em cana-planta (Tabela 11). Já na cana-soca, esses valores foram de 12,3 % para a fertilização mineral e cama de frango e 11,8 para o composto organomineral (Tabela 12).

TABELA 11. Pol do caldo e pol da cana em cana-planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.

Tratamento	Pol caldo, %			Pol cana, %		
	CF	CO	Média	CF	CO	Média
Ad. Mineral ¹	12,5			10,5		
Controle ²	12,5			10,4		
3 t ha ⁻¹	13,2 ^{ns}	12,9 ^{ns}	13,1 A	11,0 ^{ns}	10,9 ^{ns}	10,9 A
6 t ha ⁻¹	12,8 ^{ns}	12,7 ^{ns}	12,7 A	10,7 ^{ns}	10,7 ^{ns}	10,7 A
9 t ha ⁻¹	12,9 ^{ns}	12,3 ^{ns}	12,6 A	10,9 ^{ns}	10,4 ^{ns}	10,6 A
Média	12,9 a	12,6 a		10,9 a	10,6 a	
	CV % = 4,68			CV % = 4,91		
	DMS CF e CO = 0,50			DMS CF e CO = 0,44		
	DMS Dunnet = 1,19			DMS Dunnet = 1,05		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

TABELA 12. Pol do caldo e pol da cana em cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.

Tratamento	Pol caldo, %			Pol cana, %		
	CF	CO	Média	CF	CO	Média
Ad. Mineral ¹	15,0			12,3		
Controle ²	14,0			11,6		
3 t ha ⁻¹	15,0 ^{ns}	14,5 ^{ns}	14,8 A	12,4 ^{ns}	11,9 ^{ns}	12,2 A
6 t ha ⁻¹	14,6 ^{ns}	13,6 ^{ns}	14,1 A	12,0 ^{ns}	11,4 ^{ns}	11,7 A
9 t ha ⁻¹	15,1 ^{ns}	14,7 ^{ns}	14,9 A	12,5 ^{ns}	12,2 ^{ns}	12,3 A
Média	14,9 a	14,3 a		12,3 a	11,8 b	
	CV % = 5,47			CV % = 4,68		
	DMS CF e CO = 0,67			DMS CF e CO = 0,47		
	DMS Dunnet = 1,60			DMS Dunnet = 1,13		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

Pol representa a porcentagem aparente de sacarose contida num solução de açúcares (Fernandes 2000) e, de acordo com Waldemar 2007, corresponde de 14 a 24

% do total de açúcares da cana. Pelos resultados apresentados, os teores de pol do caldo na cana-planta estão abaixo desses valores. Já na cana-soca, estão dentro dos níveis considerados adequados. De acordo com Brieger (1968), os valores de pol da cana, tanto em cana-planta quanto em cana-soca, estão abaixo do considerado ideal que é de 13 %.

TABELA 13. Pureza do caldo e pureza da cana em cana em cana-planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.

Tratamento	Pureza caldo, %			Pureza cana, %		
	CF	CO	Média	CF	CO	Média
Ad. Mineral ¹	77,3			73,9		
Controle ²	77,8			74,1		
3 t ha ⁻¹	80,2 ^{ns}	79,7 ^{ns}	80,0 A	76,3 ^{ns}	76,2 ^{ns}	76,3 A
6 t ha ⁻¹	80,2 ^{ns}	78,8 ^{ns}	79,5 A	76,8 ^{ns}	75,4 ^{ns}	76,1 A
9 t ha ⁻¹	80,3 ^{ns}	78,2 ^{ns}	79,2 A	77,2 ^{ns}	74,9 ^{ns}	76,0 A
Média	80,2 a	78,9 a		76,8 a	75,5 a	
	CV % = 2,96			CV % = 3,2		
	DMS CF e CO = 1,99			DMS CF e CO = 2,04		
	DMS Dunnet = 4,71			DMS Dunnet = 4,85		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

As purezas, tanto do caldo quanto da cana, não foram influenciadas pela fertilização mineral, cama de frango e composto organomineral, tanto em cana-soca quanto em cana-planta (Tabelas 13 e 14).

Na cana-soca, os valores de pureza do caldo foram maiores em relação à cana-planta (Tabela 14). Lavanholi et al. (2010) citam que quando a cana está madura a pureza é maior do que quando a cana está verde, isso porque este parâmetro reflete a relação entre o teor de sacarose e todos os demais sólidos solúveis.

TABELA 14. Pureza do caldo e pureza da cana em cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.

Tratamento	Pureza caldo, %			Pureza cana, %		
	CF	CO	Média	CF	CO	Média
Ad. Mineral ¹	82,5			77,9		
Controle ²	80,9			76,7		
3 t ha ⁻¹	82,9 ^{ns}	81,9 ^{ns}	82,4 A	78,7 ^{ns}	77,3 ^{ns}	78,0 A
6 t ha ⁻¹	81,4 ^{ns}	80,3 ^{ns}	80,8 A	76,9 ^{ns}	76,7 ^{ns}	76,8 A
9 t ha ⁻¹	84,4 ^{ns}	80,8 ^{ns}	82,6 A	79,9 ^{ns}	76,7 ^{ns}	78,3 A
Média	82,9 a	81,0 a		78,5 a	76,9 a	
	CV % = 2,72			CV % = 2,60		
	DMS CF e CO = 1,89			DMS CF e CO = 1,71		
	DMS Dunnet = 4,48			DMS Dunnet = 4,06		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

Anjos et al. (2007) verificaram que, para duas cultivares de cana (SP79-1011 e RB72454), em diferentes épocas de avaliação, os valores obtidos para brix e pol (%) da cana foram estatisticamente iguais quando se compararam a aplicação do esterco de curral com a adubação mineral. O mesmo aconteceu na comparação do uso de esterco de galinha e de adubo mineral, mostrando que as doses de resíduos utilizadas não afetaram a maturação da cana-de-açúcar.

4.3 Características químicas do solo

Houve incremento da disponibilidade de P no solo pela utilização de cama de frango e composto organomineral, em cana-planta e cana-soca, nas duas profundidades estudadas (Tabelas 15 e 16). Na cana-planta, na profundidade de 0-20 cm, não houve diferença entre a cama de frango e o composto organomineral, porém, de 20-40 cm, houve uma maior disponibilidade de P com a utilização da cama de frango (Tabela 15).

Na cana-soca, nas duas profundidades, o maior incremento dos teores de P foi observado pela aplicação da cama de frango (Tabela 16). Observa-se ainda que os teores de P disponível no solo em cana-soca foram menores que na cana-planta, o que provavelmente se deve ao fato de que a cana-soca tem a capacidade de explorar um maior volume de solo, absorver uma maior quantidade do nutriente do solo e exportá-lo para a parte aérea.

TABELA 15. Teor de fósforo no solo (mg dm^{-3}), em duas profundidades, na cana-planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.

Tratamento	0-20 cm		Média	20-40 cm		Média
	C F	C O		C F	C O	
Ad. Mineral ¹	19,3			1,9		
Controle ²	12,5			2,9		
3 t ha ⁻¹	31,0 *	18,8 ^{ns}	24,9 AB	3,9 a ^{ns}	1,3 b *	2,6 A
6 t ha ⁻¹	17,1 ^{ns}	19,0 ^{ns}	18,0 B	1,4 a ^{ns}	1,6 a ^{ns}	1,5 B
9 t ha ⁻¹	34,1 *	29,9 *	32,0 A	1,5 a ^{ns}	1,7 a ^{ns}	1,6 AB
Média	27,4 a	22,5 a		2,3 a	1,5 b	
	CV % = 32,07			CV % = 37,10		
	DMS CF e CO = 6,18			DMS CF e CO = 0,63		
	DMS Dunnet = 14,65			DMS Dunnet = 1,50		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

TABELA 16. Teor de fósforo no solo (mg dm^{-3}), em duas profundidades, na cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.

Tratamento	0-20 cm		Média	20-40 cm		Média
	C F	C O		C F	C O	
Ad. Mineral ¹	3,0			0,9		
Controle ²	3,7			0,7		
3 t ha ⁻¹	10,2 a *	4,7 b ^{ns}	7,4 A	4,3 a *	1,1 b ^{ns}	2,7 A
6 t ha ⁻¹	3,8 b ^{ns}	13,2 a *	8,5 A	0,8 b ^{ns}	2,2 a *	1,5 B
9 t ha ⁻¹	14,9 a *	3,3 b ^{ns}	9,1 A	1,6 a ^{ns}	0,9 a ^{ns}	1,2 B
Média	9,6 a	7,0 b		2,2 a	1,4 b	
	CV % = 23,70			CV % = 37,5		
	DMS CF e CO = 1,42			DMS CF e CO = 0,49		
	DMS Dunnet = 3,38			DMS Dunnet = 1,17		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

Stevenson (1994) cita que a fração orgânica de fósforo orgânico constitui uma porção significativa do fósforo total, variando de 15 a 80 % na maioria dos solos, podendo contribuir substancialmente para a disponibilidade de P por meio do processo de mineralização.

A melhoria da disponibilidade de P do solo (Tabelas 15 e 16) pela fertilização com resíduos orgânicos também pode ser explicada pelo aumento da quantidade diretamente disponível de P, devido à presença do nutriente nos resíduos e sua ação

indireta, que tem a capacidade de melhorar as propriedades químicas do solo (OLIVEIRA, 2000).

Novais et al. (2007) citam que o envolvimento da matéria orgânica adicionada ao solo pela aplicação dos resíduos pode influenciar na adsorção e dessorção de P de diferentes formas. Assim, a adição de resíduos orgânicos ao solo, como a cama de frango, ocasiona, de modo geral, diminuição da adsorção e aumento da disponibilidade de P para as plantas. Pode ocorrer ainda que o solo tem a capacidade de adsorver ácidos orgânicos com grande energia, competindo com os sítios de adsorção de P, alguns desses ácidos orgânicos podem ser rapidamente mineralizados quando aplicados ao solo e disponibilizados para as plantas.

SANTOS et al. (2009) citam que a disponibilidade de fósforo ao solo pelos resíduos orgânicos, possivelmente, ocorre pela ação de ácidos orgânicos, húmicos e álcoois, que fornecem substâncias como fenóis e contribuem com aumento da disponibilidade do nutriente.

Outro ponto considerado é que o efeito da adição de resíduos orgânicos sobre a retenção de P pelo solo depende da concentração de P do resíduo, ou seja, a imobilização do P da solução do solo torna-se maior que a mineralização do P orgânico quando o resíduo tem menos que $2,0 \text{ g kg}^{-1}$ de P total (NOVAIS et al., 2007). Como a caracterização química da cama de frango e do composto organomineral utilizados mostra que os mesmos possuíam respectivamente 3,72 % e 3,11 % de P total (Tabelas 3 e 4), era esperado que o P fosse mineralizado e conseqüentemente disponível para o solo como observado (Tabelas 15 e 16).

Alguns estudos já realizados mostram que há diferentes resultados para a utilização de resíduos orgânicos e disponibilidade de P para o solo. Em experimento conduzido por Portugal et al. (2009), onde foram utilizadas 8 t ha^{-1} de cama de frango em uma gramínea, os teores de P alteraram significativamente, mesmo com extração pelos cortes da forrageira, elevando os níveis de P disponível em 3,4 vezes. Já Silva et al (2008), utilizando cama de frango, cama de peru, adubo compostado, esterco bovino e adubação mineral na produção de cana-de-açúcar, constataram que não houve diferença entre os tratamentos para a disponibilidade de fósforo ao solo.

Na cana-planta, de 0-20 cm de profundidade, e em cana-soca, nas duas profundidades, não houve diferença entre os valores de pH do solo (Tabelas 17 e 18). Houve uma ligeira redução do pH em cana-planta, na profundidade de 20-40 cm, quando foram aplicados fertilizante mineral e composto organomineral (Tabela 17).

Esse efeito de redução do pH pode ser explicado pela utilização do fertilizante nitrato de amônio, tanto na adubação mineral quanto no composto organomineral. Vieira; Ramos (1999) citam que a adubação com nitrogênio mineral, que da origem ao amônio (NH_4^+) ou a amônia (NH_3) são constantemente associados a acidificação do solo em virtude da nitrificação dar origem a íons H^+ que são liberados e promovem a redução do pH.

TABELA 17. pH (CaCl_2) do solo em duas profundidades, na cana-planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.

Tratamento	0-20 cm		Média	20-40 cm		Média
	C F	C O		C F	C O	
Ad. Mineral ¹	4,9			4,4 *		
Controle ²	5,2			5,0		
3 t ha ⁻¹	5,3 ^{ns}	5,1 ^{ns}	5,2 A	4,5 ^{ns}	4,4 *	4,4 A
6 t ha ⁻¹	5,2 ^{ns}	5,0 ^{ns}	5,1 A	4,7 ^{ns}	4,5 ^{ns}	4,6 A
9 t ha ⁻¹	5,0 ^{ns}	5,1 ^{ns}	5,0 A	4,6 ^{ns}	4,4 *	4,5 A
Média	5,2 a	5,5 a		4,6 a	4,4 a	
	CV % = 5,94			CV % = 5,91		
	DMS CF e CO = 0,25			DMS CF e CO = 0,22		
	DMS Dunnet = 0,60			DMS Dunnet = 0,54		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância, ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina - 70,0 kg ha⁻¹; ² Controle – sem aplicação de adubo.

TABELA 18. pH (CaCl_2) do solo em duas profundidades, na cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação de três doses de Cama de frango (C F) e Composto organomineral (C O), safra 2009/2010.

Tratamento	0-20 cm		Média	20-40 cm		Média
	C F	C O		C F	C O	
Ad. Mineral ¹	4,8			4,8		
Controle ²	4,9			4,7		
3 t ha ⁻¹	5,0 ^{ns}	4,9 ^{ns}	5,0 A	4,8 ^{ns}	4,7 ^{ns}	4,7 A
6 t ha ⁻¹	5,0 ^{ns}	5,1 ^{ns}	5,0 A	4,9 ^{ns}	4,9 ^{ns}	4,9 A
9 t ha ⁻¹	5,0 ^{ns}	4,8 ^{ns}	4,9 A	4,8 ^{ns}	4,5 ^{ns}	4,7 A
Média	5,0 a	4,9 a		4,8 a	4,7 a	
	CV % = 4,22			CV % = 4,83		
	DMS CF e CO = 0,17			DMS CF e CO = 0,19		
	DMS Dunnet = 0,41			DMS Dunnet = 0,46		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

Almeida Júnior (2010), comparando os efeitos da adubação orgânica e mineral no solo e planta na cultura da cana-de-açúcar, verificou que a adubação mineral reduziu significativamente o pH do solo. Segundo o autor, isso se deve provavelmente a utilização do sulfato de amônio na adubação mineral, pois o uso de fertilizantes Nitrogenados pode acidificar o solo pela formação de dois prótons (H^+) para cada íon de NH_4^+ nitrificado.

Não houve diferença significativa entre a aplicação dos fertilizantes mineral, cama de frango e composto organomineral para o fornecimento de K ao solo, tanto na cana-planta quanto na cana-soca e nas duas profundidades (Tabelas 19 e 20).

TABELA 19. Teor de potássio no solo ($cmolc\ dm^{-3}$), em duas profundidades, na cana-planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.

Tratamento	0-20 cm		Média	20-40 cm		Média
	C F	C O		C F	C O	
Ad. Mineral ¹	0,04			0,03		
Controle ²	0,04			0,03		
3 t ha ⁻¹	0,05 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,05 A	0,04 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,03 A
6 t ha ⁻¹	0,05 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,05 A	0,03 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,03 A
9 t ha ⁻¹	0,05 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,05 A	0,03 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,03 A
Média	0,05 a	0,05 a		0,03 a	0,03 a	
	CV % = 17,5			CV % = 20,42		
	DMS CF e CO = 0,006			DMS CF e CO = 0,005		
	DMS Dunnet = 0,01			DMS Dunnet = 0,013		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

De acordo com CFSEMG (1999), na cana-soca, os teores de K no solo estão dentro da faixa considerada muito boa, ou seja, os valores estão acima de $0,3\ cmolc\ dm^{-3}$. Já na cana-planta, de 0-20 cm de profundidade, os teores do elemento são considerados baixos e de 20-40 cm os valores médios estão muito baixos (Tabelas 19 e 20).

Os maiores teores de K disponível no solo para a cana-soca podem ser devido a aplicação de uma lâmina de salvamento com 60 mm de vinhaça na área. Além disso, deve-se considerar que a cana colhida, sem queima, acumula uma maior quantidade de palha que é rica em K, além disso, a cana-soca do presente estudo está no terceiro corte, portanto há aumento gradual da palhada sobre o solo, e sua decomposição faz com que aumenta também a quantidade de nutriente disponível.

TABELA 20. Teor de potássio no solo (cmolc dm^{-3}), em duas profundidades, na cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.

Tratamento	0-20 cm		Média	20-40 cm		Média
	C F	C O		C F	C O	
Ad. Mineral ¹	0,5			0,4		
Controle ²	0,5			0,5		
3 t ha ⁻¹	0,6 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,6 A	0,5 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,4 A
6 t ha ⁻¹	0,6 ^{ns}	0,6 ^{ns}	0,6 A	0,5 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,5 A
9 t ha ⁻¹	0,6 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,5 A	0,5 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,4 A
Média	0,6 a	0,5 a		0,5 a	0,4 a	
	CV % = 19,31			CV % = 33,18		
	DMS CF e CO = 0,09			DMS CF e CO = 0,12		
	DMS Dunnet = 0,21			DMS Dunnet = 0,29		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

Segundo Malavolta et al. (1989), o que contribui para a liberação e retorno do K para o solo é o fato do elemento não ser constituinte de nenhum composto existente na planta, estando presente na forma iônica e facilitando a sua saída da célula após o rompimento da membrana plasmática e ficando disponível para o solo.

Não houve diferença significativa entre a aplicação do fertilizante mineral, doses de cama de frango e composto organomineral para os teores de Ca disponível no solo, em cana-planta e cana-soca, nas duas profundidades (Tabelas 21 e 22). Apesar de não se observar diferença significativa, os teores médios de Ca disponível, quando se aplicaram cama de frango e composto organomineral, foram superiores a aplicação do fertilizante mineral, possivelmente pelo mesmo não ter recebido nenhuma fonte de Ca.

Na cana-planta, de 0-20 cm de profundidade, o fornecimento médio de Ca para o solo foi de $1,5 \text{ cmolc dm}^{-3}$ utilizando a cama de frango e $1,4 \text{ cmolc dm}^{-3}$ quando foi utilizado o composto organomineral (Tabela 21). Já na cana-soca, os valores foram ligeiramente mais elevados, $1,9 \text{ cmolc dm}^{-3}$ de Ca disponível quando se aplicaram cama de frango e composto organomineral (Tabela 22.) De acordo com a CFSEMG (1999), os teores de Ca, de 0-20 cm, de todos os tratamentos, em cana-planta e cana-soca, são considerados médios, ou seja, estão entre a faixa de $1,21$ a $2,4 \text{ cmolc dm}^{-3}$

TABELA 21. Teor de cálcio no solo (cmolc dm^{-3}), em duas profundidades, na cana-planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.

Tratamento	0-20 cm		Média	20-40 cm		Média
	C F	C O		C F	C O	
Ad. Mineral ¹	1,3			0,6		
Controle ²	1,7			1,2		
3 t ha ⁻¹	1,8 ^{ns}	1,5 ^{ns}	1,6 A	0,7 ^{ns}	0,4 ^{ns}	0,6 A
6 t ha ⁻¹	1,4 ^{ns}	1,4 ^{ns}	1,4 A	0,7 ^{ns}	0,6 ^{ns}	0,6 A
9 t ha ⁻¹	1,5 ^{ns}	1,5 ^{ns}	1,5 A	0,8 ^{ns}	0,8 ^{ns}	0,8 A
Média	1,5 a	1,4 a		0,7 a	0,6 a	
	CV % = 32,95			CV % = 51,3		
	DMS CF e CO = 0,41			DMS CF e CO = 0,31		
	DMS Dunnet = 0,98			DMS Dunnet = 0,73		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

TABELA 22. Teor de cálcio no solo (cmolc dm^{-3}), em duas profundidades, na cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.

Tratamento	0-20 cm		Média	20-40 cm		Média
	C F	C O		C F	C O	
Ad. Mineral ¹	1,6			1,0		
Controle ²	1,7			1,0		
3 t ha ⁻¹	1,8	1,9	1,8 A	1,3	1,2	1,3 A
6 t ha ⁻¹	1,9	2,2	2,1 A	1,2	1,4	1,3 A
9 t ha ⁻¹	2,0	1,5	1,8 A	1,3	1,0	1,1 A
Média	1,9 a	1,9 a		0,7 a	0,6 a	
	CV % = 19,4			CV % = 29,4		
	DMS CF e CO = 0,30			DMS CF e CO = 0,29		
	DMS Dunnet = 0,71			DMS Dunnet = 0,70		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

Os maiores valores de Ca disponível na cana-soca, provavelmente, se devem ao fato de que o nutriente retorna ao solo através da palhada. Oliveira et al. (1999) estimam que a palhada adicione anualmente, através da reciclagem, uma quantidade média de 27,5 kg ha⁻¹ Ca ao solo. Essa liberação do nutriente da palhada da cana para o solo se dá por ser o Ca um elemento constituinte da parede celular das folhas, sendo importante no funcionamento das membranas intercelulares, além de componente estrutural em ligações intermoleculares (MARCHNER, 1997).

Não houve diferença significativa para o fornecimento de Mg ao solo entre os tratamentos, quando foram aplicados os fertilizantes mineral, cama de frango e composto organomineral, nas duas profundidades estudadas, em cana-planta e cana-soca (Tabelas 14 e 15).

TABELA 23. Teor de magnésio no solo (cmolc dm^{-3}), em duas profundidades, na cana-planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.

Tratamento	0-20 cm		Média	20-40 cm		Média
	C F	C O		C F	C O	
Ad. Mineral ¹	0,4			0,2		
Controle ²	0,6			0,4		
3 t ha ⁻¹	0,6 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,5 A	0,2 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,2 A
6 t ha ⁻¹	0,4 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,4 A	0,3 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,2 A
9 t ha ⁻¹	0,4 ^{ns}	0,6 ^{ns}	0,5 A	0,2 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,2 A
Média	0,5 a	0,5 a		0,2 a	0,2 a	
	CV % = 41,93			CV % = 59,19		
	DMS CF e CO = 0,17			DMS CF e CO = 0,11		
	DMS Dunnet = 0,40			DMS Dunnet = 0,26		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

TABELA 24. Teor de magnésio no solo (cmolc dm^{-3}), em duas profundidades, na cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.

Tratamento	0-20 cm		Média	20-40 cm		Média
	C F	C O		C F	C O	
Ad. Mineral ¹	0,8			0,5		
Controle ²	0,8			0,5		
3 t ha ⁻¹	0,9 ^{ns}	0,9 ^{ns}	0,9 A	0,6 ^{ns}	0,6 ^{ns}	0,6 A
6 t ha ⁻¹	0,9 ^{ns}	0,9 ^{ns}	0,9 A	0,6 ^{ns}	0,7 ^{ns}	0,7 A
9 t ha ⁻¹	0,9 ^{ns}	0,7 ^{ns}	0,8 A	0,6 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,5 A
Média	0,9 a	0,8 a		0,6 a	0,6 a	
	CV % = 16,50			CV % = 24,68		
	DMS CF e CO = 0,11			DMS CF e CO = 0,11		
	DMS Dunnet = 0,27			DMS Dunnet = 0,27		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

Exceto para a cana-planta na profundidade de 20-40 cm, nos demais tratamentos, tanto em cana-planta quanto em cana-soca os valores de Mg estão dentro do limite considerado médio, de acordo com a CFSEMG (1999), que é de 0,46 a 0,9 cmolc dm^{-3} .

Assim como o Ca, os teores de Mg foram maiores em cana-soca, em relação a cana-planta (Tabelas 23 e 24).

Em ambas as áreas, cana-planta e cana-soca, foi realizada a calagem antes do plantio da cultura, levando em consideração que o Mg é fornecido principalmente pela adição de calcário ao solo, e que a calagem é uma prática que mostra os efeitos ao solo em longo prazo, os maiores teores do nutriente em cana-soca, de terceiro corte, podem ser explicados por esse comportamento do calcário ao solo.

Os teores de alumínio aumentaram em profundidade, tanto em cana-planta quanto em cana-soca, porém, não houve diferença significativa entre o tratamento controle e onde foi utilizada adubação mineral, cama de frango e composto organomineral (Tabelas 25 e 26).

TABELA 25. Teor de alumínio no solo (cmolc dm^{-3}), em duas profundidades, na cana-planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.

Tratamento	0-20 cm		Média	20-40 cm		Média
	C F	C O		C F	C O	
Ad. Mineral ¹	0,04			0,2		
Controle ²	0,05			0,1		
3 t ha ⁻¹	0,05 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,06 A	0,2 ^{ns}	0,4 ^{ns}	0,3 A
6 t ha ⁻¹	0,05 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,07 A	0,2 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,3 A
9 t ha ⁻¹	0,04 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,03 A	0,2 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,2 A
Média	0,05 a	0,06 a		0,2 a	0,3 a	
	CV % = 118,01			CV % = 83,31		
	DMS CF e CO = 0,05			DMS CF e CO = 0,15		
	DMS Dunnet = 0,11			DMS Dunnet = 0,36		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

Apesar de os teores de Al terem aumentado em profundidade, os valores médios observados, tanto em cana-planta quanto em cana-soca, são considerados de baixos a muito baixos, de acordo com a CFSEMG (1999), isso se deve pela calagem e gessagem que foi realizada antes do plantio em ambas as áreas. Os baixos teores de Al estão correlacionados com os valores médios de pH em CaCl_2 que em cana-planta foi de 5,2, quando se utilizou cama de frango, e 5,5 com o composto organomineral (Tabela 17) e em cana-soca, foi de 5,0, pela fertilização com cama de frango, e 4,9 composto organomineral (Tabela 18).

Os altos valores do coeficiente de variação (CV%) para as análises dos teores de Al trocável no solo se devem aos baixos valores da DMS dos resíduos (Tabelas 25 e 26), ou seja, qualquer valor abaixo ou acima da DMS é detectado pela análise estatística, o que aumenta o CV%.

TABELA 26. Teor de alumínio no solo (cmolc dm⁻³), em duas profundidades, na cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.

Tratamento	0-20 cm		Média	20-40 cm		Média
	C F	C O		C F	C O	
Ad. Mineral ¹		0,1			0,5	
Controle ²		0,1			0,2	
3 t ha ⁻¹	0,09 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,1 AB	0,2 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,3 A
6 t ha ⁻¹	0,09 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,09 B	0,2 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,2 A
9 t ha ⁻¹	0,1 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,2 A	0,3 ^{ns}	0,4 ^{ns}	0,3 A
Média	0,1 a	0,2 a		0,2 a	0,3 a	
	CV % = 59,38			CV % = 71,77		
	DMS CF e CO = 0,06			DMS CF e CO = 0,17		
	DMS Dunnet = 0,11			DMS Dunnet = 0,42		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

Os teores de matéria orgânica do solo não foram alterados pela aplicação da cama de frango e do composto organomineral, tanto na cana-planta como na cana-soca, nas duas profundidades estudadas (Tabelas 27 e 28). De acordo com a CFSEMG (1999), os teores de matéria orgânica do solo, tanto em cana-planta quanto em cana-soca, de 0-20 cm de profundidade, estão dentro do limite considerado médio que é de 2,01 a 4,0 dag kg⁻¹.

Portugal et al. (2009), estudando efeitos da utilização de diferentes doses de cama de frango por dois anos consecutivos na condição química do solo em *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, também não encontraram alterações significativas dos teores de matéria orgânica do solo.

Resultado semelhante foi encontrado por Silva (2005) que não observou alteração da matéria orgânica do solo tanto de 0-20 cm quanto de 20-40 cm de profundidade. Silva (2008), em experimento onde foi avaliada a produtividade e atributos do solo após a aplicação de dejetos compostados, cita que a análise sendo realizada de 0-20 cm de profundidade dilui o efeito no primeiro ano de cultivo e que, caso a análise seja realizada em uma fração mais reduzida do perfil, pode-se esperar

alguma contribuição da fração orgânica. Muzilli (1983 apud SILVA, 2005) cita que o maior acúmulo de matéria orgânica do solo ocorre em frações menores de amostragem como de 0-2,5 cm e 0-5 cm

TABELA 27. Teor de matéria orgânica do solo (dag kg^{-1}), em duas profundidades, na cana-planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.

Tratamento	0-20 cm		Média	20-40 cm		Média
	C F	C O		C F	C O	
Ad. Mineral ¹	2,0			1,6		
Controle ²	2,1			1,8		
3 t ha ⁻¹	2,3 ^{ns}	2,1 ^{ns}	2,2 A	1,7 ^{ns}	1,5 ^{ns}	1,6 A
6 t ha ⁻¹	2,0 ^{ns}	2,1 ^{ns}	2,1 A	1,5 ^{ns}	1,7 ^{ns}	1,6 A
9 t ha ⁻¹	2,2 ^{ns}	2,2 ^{ns}	2,2 A	1,7 ^{ns}	1,7 ^{ns}	1,7 A
Média	2,1 a	2,2 a		1,6 a	1,6 a	
	CV % = 9,88			CV % = 11,35		
	DMS CF e CO = 0,17			DMS CF e CO = 0,15		
	DMS Dunnet = 0,42			DMS Dunnet = 0,37		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

TABELA 28. Teor de matéria orgânica do solo (dag kg^{-1}), em duas profundidades, na cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação de três doses de cama de frango (C F) e composto organomineral (C O), safra 2009/2010.

Tratamento	0-20 cm		Média	20-40 cm		Média
	C F	C O		C F	C O	
Ad. Mineral ¹	2,4			1,9		
Controle ²	2,6			1,8		
3 t ha ⁻¹	2,5 ^{ns}	2,5 ^{ns}	2,5 A	2,0 ^{ns}	1,9 ^{ns}	1,9 A
6 t ha ⁻¹	2,5 ^{ns}	2,5 ^{ns}	2,5 A	1,8 ^{ns}	2,0 ^{ns}	1,9 A
9 t ha ⁻¹	2,6 ^{ns}	2,6 ^{ns}	2,6 A	1,8 ^{ns}	2,0 ^{ns}	1,9 A
Média	2,5 a	2,5 a		1,9 a	2,0 a	
	CV % = 10,02			CV % = 14,10		
	DMS CF e CO = 0,21			DMS CF e CO = 0,22		
	DMS Dunnet = 0,50			DMS Dunnet = 0,53		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

Outro fator a ser considerado é que o presente estudo foi desenvolvido em uma região onde as condições favorecem a decomposição da matéria orgânica. Silva (2005), avaliando a influência da fertilização mineral e com cama de frango nos atributos químicos do solo, cita que com a contínua aplicação de resíduos orgânicos supõe-se que

ocorra um incremento desse atributo ao solo, apesar das condições de elevada temperatura, umidade e atividades microbiana contribuírem para a decomposição dessa matéria orgânica. Espera-se que, com aplicações desses resíduos orgânicos ao solo, o efeito da matéria orgânica se manifeste em atributos relacionados com a retenção de água e fornecimento equilibrado de nutrientes (GOMIDES, 2009).

As médias dos teores de matéria orgânica na área de cana-soca foram ligeiramente maiores em relação à área de cana-planta (Tabelas 27 e 28). Esse efeito pode ser devido a grande quantidade de matéria vegetal que a cana de açúcar gera pela parte aérea e que permanece no solo quando a cana não é queimada. Estima-se que folhas secas e ponteiros geram cerca de 25 milhões de toneladas de matéria seca quando a cana não é queimada, sendo que todo esse material, representa uma importante fonte de reciclagem de nutrientes (ROSSETO et al., 2010) através da matéria orgânica que se acumula na cana-soca.

Observa-se que não houve aumentos significativos dos teores de nutrientes e matéria orgânica do solo quando foram utilizados cama de frango e composto organomineral, em relação à fertilização mineral (Tabelas 19 a 24, 27 e 28). Resultados semelhantes foram encontrados por Silva (2005) que, estudando a potencialidade da recuperação de pastagens de *Brachiaria decumbens* fertilizada com cama de frango e fontes minerais, também não observou efeito diferenciado da aplicação do resíduo orgânico e mineral nas características químicas do solo.

Santos et al. (2009), com o objetivo de avaliarem os efeitos da adubação orgânica e mineral nos atributos químicos do solo, estado nutricional e produtividade de cana-de-açúcar observaram que os valores de pH, matéria orgânica, K, Mg, S-SO₄⁻², Al e B no solo não foram afetados pelas doses de composto orgânico.

Tal efeito pode ser atribuído ao fato de que os fertilizantes orgânicos e organominerais apresentam os nutrientes associados a compostos orgânicos, o que lhes confere solubilidade gradual, isto é, o teor total não é solúvel plenamente em água, fazendo que os nutrientes sejam liberados gradualmente ao longo do tempo, no início com menor disponibilidade (LUZ; KORNDÖRFER, 2011).

Silva (2009), estudando os atributos químicos do solo após a aplicação de doses de biofertilizantes na cultura do milho, concluiu que estas variáveis foram pouco influenciadas pelos tratamentos. Este fato que pode ser atribuído ao período de adaptação da macro e microfauna do solo que ocorre quando há a aplicação de adubos e/ou resíduos orgânicos, principalmente pelo fornecimento de alimento para os

organismos e modificações na temperatura e cobertura do sol. Ou seja, inicialmente, ocorre um aumento da biomassa microbiana no solo que consome com maior velocidade os nutrientes aplicados. Após essa fase inicial ocorre um equilíbrio da microbiota do solo que passa a acumular elementos.

Tedesco et al. (1999) citam que os resíduos orgânicos contêm uma pequena fração mineral, enquanto a maior parte é constituída de compostos orgânicos os quais devem ser transformados enzimaticamente, para tornar os nutrientes disponíveis às plantas. Esse processo é chamado de mineralização e é influenciado pelo suprimento de oxigênio, características do material orgânico e condições ambientais.

Levando em consideração que a coleta e avaliação dos atributos químicos do solo foram realizadas após nove meses da aplicação dos fertilizantes, supõe-se que seja necessário avaliar tais atributos na safra seguinte para verificar os efeitos da aplicação dos mesmos, isso porque o efeito residual da cama de frango é um fator a ser considerado na sua aplicação, em virtude da complexação de nutrientes à matéria orgânica, sendo a liberação lenta, de acordo com sua mineralização (SILVA, 2005).

De acordo com Silva (2009), o acompanhamento em longo prazo da área pode possibilitar a observação da atuação dos fertilizantes orgânicos, que poderão promover melhorias em função do melhor condicionamento químico, físico e biológico do solo, garantindo a sustentabilidade da área. O autor cita ainda que a aplicação de forma controlada do fertilizante orgânico durante os ciclos de cultivo pode fornecer nutrientes de forma a suprir as extrações realizadas.

Rosolem; Marubayashi (1994), em estudos desenvolvidos com a cultura do feijoeiro, obtiveram respostas com a aplicação de 4 a 8 toneladas de esterco de galinha ou cama de frango de corte, e o efeito residual desta adubação foi observado até o 3º ano.

Silva et al. (2008) citam que a matéria orgânica adicionada ao solo não disponibiliza, de imediato, as quantidades totais dos nutrientes para as plantas. Desse modo, a aplicação contínua de fertilizantes orgânicos tende a favorecer o acúmulo gradual dos nutrientes no solo, propiciando um efeito residual para os cultivos subsequentes.

De acordo com o histórico fornecido pela usina, as áreas são bem homogêneas e com média fertilidade o que pode justificar a falta de resposta para a maioria dos atributos químicos pela aplicação da cama de frango, composto orgnanomineral e adubação mineral.

Ainda sobre a falta de resposta em relação às características químicas e matéria orgânica do solo no presente estudo, deve-se considerar a forma de amostragem dos solos nas áreas estudadas. Os adubos, cama de frango, composto organomineral e mineral foram aplicados na linha de cultivo da cultura, já a amostragem, de 0-20 cm e de 20-40 cm de profundidade, foi realizada na entrelinha. Essa forma de amostragem na entrelinha pode prejudicar, ou seja, não mostrar os reais efeitos que os adubos proporcionam sobre características químicas e teores de matéria orgânica do solo. Vale ressaltar esta amostragem foi feita a certa distância do local da aplicação dos produtos, e na linha de cultivo, prática realizada em função do grande acúmulo de raízes, havendo uma dificuldade de amostragem, pois os trados não são eficientes em romper as barreiras do sistema radicular.

4.4 Teores foliares de nutrientes

Não houve diferença significativa entre a aplicação de cama de frango, composto organomineral e fertilizante mineral em relação aos teores de N e S foliares, tanto em cana-planta quanto em cana-soca (Tabelas 29 e 30).

TABELA 29. Nitrogênio e Enxofre foliar em cana planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação no solo de três doses de Cama de frango (CF) e Composto organomineral (CO), safra 2009/2010.

Tratamento	Nitrogênio, g kg ⁻¹			Enxofre, g kg ⁻¹		
	CF	CO	Média	CF	CO	Média
Ad. Mineral ¹	16,2			1,3		
Controle ²	16,5			1,4		
3 t ha ⁻¹	16,3 ^{ns}	16,2 ^{ns}	16,2 AB	1,4 ^{ns}	1,5 ^{ns}	1,4 A
6 t ha ⁻¹	16,8 ^{ns}	16,6 ^{ns}	16,7 A	1,4 ^{ns}	1,4 ^{ns}	1,4 A
9 t ha ⁻¹	15,7 ^{ns}	16,2 ^{ns}	16,0 B	1,4 ^{ns}	1,4 ^{ns}	1,4 A
Média	16,3 a	16,3 a	16,2 AB	1,4 a	1,4 a	
	CV% = 3,35			CV% = 9,27		
	DMS CF e CO = 0,46			DMS CF e CO = 0,10		
	DMS Dunnet = 1,10			DMS Dunnet = 0,25		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

De acordo com Raij et al. (1996) a faixa de N foliar adequada para a cana-de-açúcar é de 18 a 25 g kg⁻¹. Desta forma, tanto para a cana-planta quanto para a cana-soca, os valores do nutriente estão abaixo dos níveis considerados adequados. De

acordo com Malavolta (1981), os valores médios de N tanto na cana-planta quanto na cana-soca estão no nível crítico considerado para a cultura, ou seja, 16 g kg⁻¹.

TABELA 30. Nitrogênio e enxofre foliar em cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação no solo de três doses de cama de frango (CF) e composto organomineral (CO), safra 2009/2010.

Tratamento	Nitrogênio, g kg ⁻¹			Enxofre, g kg ⁻¹		
	CF	CO	Média	CF	CO	Média
Ad. Mineral ¹	15,9			0,1		
Controle ²	15,8			0,1		
3 t ha ⁻¹	16,0 ^{ns}	16,5 ^{ns}	16,2 A	0,2 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,2 A
6 t ha ⁻¹	16,6 ^{ns}	15,9 ^{ns}	16,2 A	0,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,1 A
9 t ha ⁻¹	16,6 ^{ns}	16,2 ^{ns}	16,4 A	0,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,1 A
Média	16,4 a	16,2 a		0,2 a	0,1 a	
	CV % = 3,75			CV % = 61,10		
	DMS CF e CO = 0,51			DMS CF e CO = 0,06		
	DMS Dunnet = 1,22			DMS Dunnet = 0,25		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

A falta de resposta em relação aos teores de N foliar pela aplicação dos resíduos pode estar relacionada com o fato de que parte do N ainda encontra-se na forma orgânica, o que condiciona menor eficiência de absorção deste nutriente pela cana-de-açúcar (LOURENÇO et al., 2010).

Canabarro et al. (2003) citam que o N orgânico presente em resíduos orgânicos, como a cama de frango, apresenta uma baixa taxa de mineralização e que os microrganismos decompositores dos compostos carbonados desse material imobilizam parte do N dos resíduos, diminuindo a absorção do nutriente pelas plantas.

Para os teores foliares de S, também não houve diferença significativa entre a fertilização mineral, cama de frango e composto organomineral, tanto em cana-planta quanto em cana-soca (Tabelas 29 e 30).

Verifica-se que na cana-planta o teor médio de S foliar, quando da aplicação de cama de frango e composto organomineral, foi de 1,4 g kg⁻¹ (Tabela 29), já para a cana-soca os valores médios foram de 0,2 g kg⁻¹ para a fertilização com cama de frango e 0,1 g kg⁻¹ para composto organomineral (Tabela 30).

De acordo com Raij et al. (1996), os valores de S tanto em cana-planta quanto em cana-soca estão abaixo do considerado adequado para a cana-de-açúcar que é de 1,5 a 3,0 g kg⁻¹, mesmo quando se utilizou a fertilização mineral.

Na área de cana-soca, onde os teores foliares de S foram bem abaixo da faixa considerada ideal (Tabela 30), foi realizada gessagem em 2007, antes do plantio da cana. De acordo com Vitti et al. (2010), essa prática é considerada a mais comum e muitas vezes única para o fornecimento do nutriente a cana-de-açúcar. Nessas condições, considerando que o S tem elevado poder de lixiviação e devido ao sistema radicular pouco desenvolvido no início do ciclo da cultura, ocorrem baixa exploração e aproveitamento do S solúvel do solo, assim, grande parte do nutriente fica passível de lixiviação. Para reduzir o potencial de perda e melhorar o aproveitamento pela cultura, sugere-se que a aplicação do S seja realizada na soqueira, quando é maior a absorção do nutriente.

Outro ponto a ser considerado é que no solo o SO_4^{-2} encontra-se predominante adsorvido por partículas minerais e orgânicas (ALVAREZ et al., 2007). Levando em consideração o experimento em questão, onde não houve disponibilidade de S para a cana, provavelmente o íon pode ter sido adsorvido de forma específica, ou seja, formou ligações covalentes com a superfície das argilas se tornando indisponível para a planta (MITCHELL et al., 1992 apud ALVAREZ et al., 2007) a curto prazo.

Não houve diferença significativa entre a utilização de cama de frango, composto organomineral e fertilizante mineral para os teores de P foliar, tanto em cana-planta quanto em cana-soca (Tabelas 31 e 32), porém, de acordo com Rajj et al. (1996), os valores médios do nutriente nas folhas estão dentro da faixa considerada adequada para a cultura que é de 1,5 a 3,0 g kg⁻¹.

Assim como para o P, a aplicação de cama de frango e composto organomineral não diferiu significativamente da fertilização mineral em relação aos teores foliares de K, tanto em cana-planta quanto em cana-soca (Tabelas 31 e 32). Apesar de não alterados, os teores foliares de K estão dentro da faixa considerada adequada para a cultura da cana, que é de 10 a 16 g kg⁻¹ (RAIJ et al., 1996). Os teores foliares de K foram maiores na cana-planta em relação à cana-soca (Tabelas 31 e 32).

Na área de cana-soca, o P foliar foi ligeiramente maior em relação à área de cana-planta (Tabelas 31 e 32). Korndörfer; Alcarde (1992), estudando o acúmulo e teores de fósforo em folhas de cana-de-açúcar, observaram que na cana-soca a capacidade de extrair P do solo é maior que na cana-planta, o que é atribuído ao sistema radicular da cana-planta que permanece no solo após o corte, contribuindo assim com a exploração mais rápida do volume de solo.

TABELA 31. Fósforo e potássio foliar em cana planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação no solo de três doses de cama de frango e composto organomineral, safra 2009/2010.

Tratamento	Fósforo, g kg ⁻¹			Potássio, g kg ⁻¹		
	CF	CO	Média	CF	CO	Média
Ad. Mineral ¹	1,5			26,4		
Controle ²	1,5			26,1		
3 t ha ⁻¹	1,6 ^{ns}	1,5 ^{ns}	1,6 ^{ns}	27,1 A	27,9 ^{ns}	27,5 A
6 t ha ⁻¹	1,4 ^{ns}	1,5 ^{ns}	1,4 ^{ns}	26,1 A	28,5 ^{ns}	27,3 A
9 t ha ⁻¹	1,6 ^{ns}	1,5 ^{ns}	1,6 ^{ns}	28,5 A	29,1 ^{ns}	28,8 A
Média	1,5 a	1,5 a		27,3 a	28,5 a	
	CV % = 7,06			CV % = 5,76		
	DMS CF e CO = 0,08			DMS CF e CO = 1,34		
	DMS Dunnet = 0,21			DMS Dunnet = 3,18		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

TABELA 32. Fósforo e potássio foliar em cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação no solo de três doses de cama de frango (CF) e composto organomineral (CO), safra 2009/2010.

Tratamento	Fósforo, g kg ⁻¹			Potássio, g kg ⁻¹		
	CF	CO	Média	CF	CO	Média
Ad. Mineral ¹	1,8			14,0		
Controle ²	2,0			13,6		
3 t ha ⁻¹	2,0 ^{ns}	1,9 ^{ns}	1,9 A	13,4 ^{ns}	13,8 ^{ns}	13,6 A
6 t ha ⁻¹	2,0 ^{ns}	2,0 ^{ns}	2,0 A	14,3 ^{ns}	14,6 ^{ns}	14,4 A
9 t ha ⁻¹	2,0 ^{ns}	1,9 ^{ns}	1,9 A	14,4 ^{ns}	14,1 ^{ns}	14,3 A
Média	2,0 a	1,9 a		14,0 a	14,2 a	
	CV % = 5,20			CV % = 5,90		
	DMS CF e CO = 0,08			DMS CF e CO = 0,70		
	DMS Dunnet = 0,20			DMS Dunnet = 1,68		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

Teixeira (2013), avaliando a biodisponibilidade de P e K provenientes de fertilizantes mineral e organomineral, cita que com a permanência do sistema radicular no solo, espera-se maior absorção de P pela cana-soca, principalmente com a aplicação do fertilizante organomineral, que possui solubilidade mais lenta, teria maior efeito residual e poderia fornecer mais P para as soqueiras.

As diferenças entre cana-soca e cana-planta quanto aos teores foliares de nutrientes podem também estar relacionadas às variedades utilizadas em cada área. Munson; Nelson (1973) citam que existem diferenças genéticas quanto à capacidade

diferencial de absorção de nutrientes entre variedades dentro da mesma espécie e como citado por Ceotto; Castelli (2002), o total de nutrientes extraídos do solo pelas plantas varia não somente pelo ciclo de cultivo, manejo do solo e disponibilidade de nutrientes mas também entre variedades de cana.

Não houve diferença significativa entre a aplicação de cama de frango, composto organomineral e fertilizante mineral para os teores de Ca e Mg na folha, tanto em cana-planta quanto em cana-soca (Tabelas 33 e 34).

TABELA 33. Cálcio e magnésio foliar em cana planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação no solo de três doses de cama de frango (CF) e composto organomineral (CO), safra 2009/2010.

Tratamento	Cálcio, g kg ⁻¹			Magnésio, g kg ⁻¹		
	CF	CO	Média	CF	CO	Média
Ad. Mineral ¹	3,0			1,9		
Controle ²	3,2			2,0		
3 t ha ⁻¹	3,0 ^{ns}	3,1 ^{ns}	3,0 A	1,8 ^{ns}	1,8 ^{ns}	1,8 A
6 t ha ⁻¹	2,9 ^{ns}	2,8 ^{ns}	2,9 A	1,7 *	1,7 *	1,7 A
9 t ha ⁻¹	2,7 ^{ns}	2,7 ^{ns}	2,7 A	1,9 ^{ns}	1,7 *	1,8 A
Média	2,9 a	2,8 a		1,9 a	1,7 a	
	CV % = 8,64			CV % = 7,83		
	DMS CF e CO = 0,21			DMS CF e CO = 0,11		
	DMS Dunnet = 0,50			DMS Dunnet = 0,28		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

TABELA 34. Cálcio e magnésio foliar em cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação no solo de três doses de cama de frango (CF) e composto organomineral (CO), safra 2009/2010.

Tratamento	Cálcio, g kg ⁻¹			Magnésio, g kg ⁻¹		
	CF	CO	Média	CF	CO	Média
Ad. Mineral ¹	2,8			2,3		
Controle ²	2,6			2,1		
3 t ha ⁻¹	2,6 ^{ns}	2,8 ^{ns}	2,2 ^{ns}	2,1 ^{ns}	2,2 ^{ns}	2,2 A
6 t ha ⁻¹	2,9 ^{ns}	3,8 ^{ns}	2,4 ^{ns}	2,7 ^{ns}	2,4 ^{ns}	2,5 A
9 t ha ⁻¹	2,8 ^{ns}	2,9 ^{ns}	2,2 ^{ns}	2,2 ^{ns}	2,2 ^{ns}	2,2 A
Média	2,8 a	3,2 a	2,3 a	2,3 a	2,3 a	
	CV % = 24,22			CV % = 20,58		
	DMS CF e CO = 0,59			DMS CF e CO = 0,39		
	DMS Dunnet = 1,41			DMS Dunnet = 0,93		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

Os teores médios de Ca quando se aplicou cama de frango, composto organomineral e fertilizante mineral, tanto em cana-planta quanto em cana-soca, estão dentro da faixa considerada adequada para a cultura que é de 2,0 a 8,0 g kg⁻¹. Assim como para o Ca, os teores médios de Mg, em cana-planta e cana-soca, também estão dentro da faixa considerada adequada que é de 1,0 a 3,0 g kg⁻¹ (RAIJ et al., 1996).

Exceto para dose de 6,0 t ha⁻¹ do composto organomineral, em cana-planta, os teores de Fe e Mn foliares não foram alterados significativamente pela aplicação de cama de frango, composto organomineral e fertilizante mineral, tanto em cana-planta quanto em cana-soca (Tabelas 35 e 36). De acordo com Raij et al. (1996), os teores médios, tanto de Fe quanto de Mn, em cana-planta e cana-soca, estão dentro da faixa considerada adequada para a cultura que é de 40 a 250 g kg⁻¹ para o Fe e de 25 a 250 g kg⁻¹ para o Mn.

TABELA 35. Ferro e manganês foliar em cana planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação no solo de três doses de cama de frango (CF) e composto organomineral (CO), safra 2009/2010.

Tratamento	Ferro, mg kg ⁻¹			Manganês, mg kg ⁻¹		
	CF	CO	Média	CF	CO	Média
Ad. Mineral ¹	73,1			42,1		
Controle ²	74,8			39,3		
3 t ha ⁻¹	75,0 ^{ns}	65,8 ^{ns}	70,4 A	39,5 ^{ns}	45,2 ^{ns}	42,3 A
6 t ha ⁻¹	63,0 ^{ns}	74,8 ^{ns}	68,9 A	36,7 ^{ns}	49,2 [*]	42,9 A
9 t ha ⁻¹	65,4 ^{ns}	64,7 ^{ns}	65,1 A	35,6 ^{ns}	46,3 ^{ns}	40,9 A
Média	67,8 a	68,4 a		37,2 b	46,9 a	
	CV % = 13,00			CV % = 9,85		
	DMS CF e CO = 7,7			DMS CF e CO = 3,49		
	DMS Dunnet = 18,19			DMS Dunnet = 8,27		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

Na planta, o Fe é um elemento de suma importância, pois participa do transporte de elétrons nos processos fotossintéticos e da composição de diversas enzimas (SOBRAL; WEBER, 1983). Mesmo no tratamento controle, sem aplicação de cama de frango e composto organomineral, os teores de Fe foliares estão dentro da faixa considerada adequada, fato que pode ser explicado pela presença de óxidos de Fe na maioria dos solos brasileiros (ABREU et al., 2007) o que faz com que o íon fique disponível e seja absorvido pela planta.

TABELA 36. Ferro e manganês foliar em cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação no solo de três doses de cama de frango (CF) e composto organomineral (CO), safra 2009/2010.

Tratamento	Ferro, mg kg ⁻¹			Manganês, mg kg ⁻¹		
	CF	CO	Média	CF	CO	Média
Ad. Mineral ¹	59,0			94,9		
Controle ²	59,1			102,4		
3 t ha ⁻¹	52,5 ^{ns}	60,3 ^{ns}	56,4 A	90,3 ^{ns}	92,2 ^{ns}	91,3 A
6 t ha ⁻¹	60,9 ^{ns}	57,6 ^{ns}	59,3 A	85,0 ^{ns}	91,1 ^{ns}	88,0 A
9 t ha ⁻¹	56,2 ^{ns}	56,5 ^{ns}	56,3 A	88,1 ^{ns}	96,0 ^{ns}	92,0 A
Média	56,5 a	58,1 a		87,8 a	93,1 a	
	CV % = 11,35			CV % = 12,35		
	DMS CF e CO = 5,56			DMS CF e CO = 9,70		
	DMS Dunnet = 13,19			DMS Dunnet = 22,99		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

Outra consideração a ser feita a fim de explicar a não liberação de Fe pela aplicação da cama de frango e do composto organomineral para a cana, é que o íon forma complexos com a matéria orgânica, ocorrendo uma maior afinidade deste elemento com o material orgânico não o disponibilizando para as plantas (IRVING; WILLIAMS 1948).

O Mn também é um micronutriente importante para alguns processos vitais da planta. Na cana-de-açúcar participa da síntese de algumas proteínas, ativação enzimática, fotossíntese e multiplicação celular (SOBRAL;WEBER, 1983).

Assim como o Fe, o Mn está presente como óxido na maioria dos solos brasileiros, explicando a sua disponibilidade para a planta mesmo no tratamento controle sem a aplicação da cama de frango e composto organomineral. Silva (2005), avaliando a absorção de micronutrientes pela *Brachiaria decumbens*, observou que não houve efeito na disponibilidade de Mn para a planta quando foram aplicados cama de frango, fertilizante mineral e organomineral.

Os teores foliares de Cu, como também os de Zn, não foram alterados pela aplicação de cama de frango, composto organomineral e fertilizante mineral, em cana-soca e cana-planta (Tabelas 37 e 38).

TABELA 37. Cobre e zinco foliar em cana planta, variedade IAC91-1099, em função da aplicação no solo de três doses de cama de frango (CF) e composto organomineral (CO), safra 2009/2010.

Tratamento	Cobre, mg kg ⁻¹			Zinco, mg kg ⁻¹		
	CF	CO	Média	CF	CO	Média
Ad. Mineral ¹	4,3			15,0		
Controle ²	5,0			16,6		
3 t ha ⁻¹	5,5 ^{ns}	4,6 ^{ns}	5,1 A	15,5 ^{ns}	15,8 ^{ns}	15,7 A
6 t ha ⁻¹	4,2 ^{ns}	4,7 ^{ns}	4,5 A	15,0*	14,5*	14,7 B
9 t ha ⁻¹	4,5 ^{ns}	4,7 ^{ns}	4,6 A	15,5 ^{ns}	15,1 ^{ns}	15,3 AB
Média	4,7 a	4,7 a		15,5 ^{ns}	15,8 ^{ns}	
	CV % = 18,89			CV % = 5,08		
	DMS CF e CO = 0,75			DMS CF e CO = 0,66		
	DMS Dunnet = 1,77			DMS Dunnet = 1,57		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

TABELA 38. Cobre e zinco foliar em cana-soca, variedade SP835073, em função da aplicação no solo de três doses de cama de frango (CF) e composto organomineral (CO), safra 2009/2010.

Tratamento	Cobre, mg kg ⁻¹			Zinco, mg kg ⁻¹		
	CF	CO	Média	CF	CO	Média
Ad. Mineral ¹	0,6			13,9		
Controle ²	0,8			15,4		
3 t ha ⁻¹	1,5 ^{ns}	0,6 ^{ns}	1,0 A	15,0 ^{ns}	15,1 ^{ns}	15,0 A
6 t ha ⁻¹	0,9 ^{ns}	1,1 ^{ns}	1,0 A	15,4 ^{ns}	14,9 ^{ns}	15,1 A
9 t ha ⁻¹	0,8 ^{ns}	1,0 ^{ns}	0,9 A	16,0 ^{ns}	15,8 ^{ns}	15,9 A
Média	1,1 a	0,9 a		15,4 a	15,3 a	
	CV % = 52,19			CV % = 7,16		
	DMS CF e CO = 0,40			DMS CF e CO = 0,92		
	DMS Dunnet = 0,95			DMS Dunnet = 2,18		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; * significativo e ^{ns} não significativo, pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância. ¹ Adubação mineral recomendada pela Usina; ² Controle – Ausência de aplicação dos tratamentos.

Mellis et al. (2010), consideram que o Cu é um dos micronutrientes mais importantes para a cana-de-açúcar, pois atua na ativação de diversas enzimas e na fotossíntese. De acordo com Raij et al. (1996), os teores foliares de Cu considerados adequados para a cana-de-açúcar estão na faixa de 6 a 15 mg kg⁻¹ e tanto na cana-planta como na cana-soca os valores médios estão abaixo dessa faixa.

Assim como observado nesse experimento, Vitorino (2009), estudando a disponibilidade de micronutrientes e metais pesados na cana-de-açúcar fertilizada com

dejetos orgânicos e fertilizante mineral, verificou que os valores de Cu foram muito abaixo dos valores de referência.

Em cana-soca, verifica-se que a absorção de Cu foi ainda menor (Tabela 38). Esse efeito pode estar relacionado com o ligeiro aumento da matéria orgânica do solo (Tabela 28) em decorrência da palhada que se acumula na cana-soca. O Cu forma complexos estáveis com a matéria orgânica, fazendo com que somente pequena fração do elemento fique disponível para a planta (ABREU et al., 2007).

Para o Zn, Raij et al. (1996), consideram que os teores ideais estão entre 10 e 50 mg kg⁻¹. Tanto em cana-planta como na cana-soca, os teores médios encontrados estão dentro da faixa considerada adequada (Tabelas 37 e 38).

Tokeshi (1991) cita que para a cana-de-açúcar, em solos onde são plantadas mudas deficientes em zinco, ao germinarem, as mesmas dão origem a plantas com um sintoma denominado “leque” que consiste no pequeno alongamento do palmito, com tendência das folhas saírem todas do vértice foliar na mesma altura.

A falta de resposta a aplicação dos resíduos, cama de frango e composto organomineral, para os teores foliares de Zn, também pode estar relacionada com o comportamento do nutriente com a matéria orgânica, visto que grandes quantidades de Zn podem estar associadas a fração orgânica do solo, levando a deficiência desse micronutriente, que pode ser, temporariamente, imobilizado pelos microorganismos do solo, especialmente quando da aplicação de esterco (ABREU et al., 2007).

Nas condições do experimento em questão, o fertilizante mineral, a cama de frango e o composto organomineral não foram eficientes no suprimento de determinados macro e micronutrientes, tanto para o solo quanto para a planta, isso porque os mesmos se mantiveram abaixo da faixa de teores considerada adequada proposta por Raij et al. (1996), para cana-de-açúcar.

Silva (2009), trabalhando com a aplicação de resíduos orgânicos na cultura do milho também observou poucas variações para os teores de nutrientes no solo e na planta, quando da fertilização com os mesmos.

Pode-se atribuir tal comportamento dos resíduos ao fato de a área experimental ser naturalmente homogênea e de média fertilidade, tornando assim necessário o acompanhamento em longo prazo, o que poderá possibilitar a observação da atuação dos resíduos orgânicos e compostos organominerais, que poderão promover melhorias em função do melhor condicionamento químico, físico e biológico do solo, garantindo a sustentabilidade da área. Supõe-se ainda que a aplicação de forma controlada desses

materiais durante mais ciclos de cultivo venha fornecer nutrientes de forma a suprir as extrações realizadas (SILVA, 2009).

5 CONCLUSÕES

- 1- A produtividade da cana-planta foi superior com a utilização da cama de frango e composto organomineral em relação à adubação mineral;
- 2- O composto organomineral foi superior a cama de frango na cana-planta em aumento de produtividade;
- 3- Houve aumento linear da produtividade na cana-planta até a dose de 9 t ha⁻¹ de composto organomineral;
- 4- A produtividade para a cana-soca foi semelhante quando se utilizou cama de frango, composto organomineral e fertilizante mineral;
- 5 – A utilização de cama de frango, composto organomineral e fertilizante mineral não alterou as variáveis tecnológicas na cana-planta e cana-soca.
- 6- Houve incremento dos teores de fósforo do solo na cana-planta e cana-soca pela fertilização com cama de frango e composto organomineral;
- 7- Os teores de P, K, Ca, Mg, acidez e matéria orgânica do solo não modificaram pela aplicação de cama de frango, composto organomineral e fertilizante mineral.
- 8- Os teores foliares de nutrientes da cana-de-açúcar não foram alterados pela aplicação de cama de frango, composto organomineral e fertilizante mineral.

REFERÊNCIAS

- ABREU, C. A. de; LOPES, A. S.; SANTOS, G. C. G. dos. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F.; et al (Eds). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. 8, p. 472-537.
- ALFONSI, R. R.; et al. Condições climáticas para a cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S. B. (Ed.). **Cana-de-açúcar: Cultivo e utilização**. 1. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 1, p.42-55.
- ALMEIDA JÚNIOR, A. B. de. **Adubação orgânica em cana-de-açúcar: efeitos no solo e na planta**. 2010. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.
- ALVAREZ, V. H.; et al. Enxofre. In: NOVAIS, R. F.; (Eds.) **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. 6, p. 595-644.
- ANDRADE, L. A. B.; et al. Efeitos das aplicações de fritas e de fontes solúveis de boro, cobre e zinco via solo, na cultura da cana-de-açúcar (*Sacharum spp*), variedade SP 70-1143. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos**, Piracicaba, v. 13, p. 21-27, 1995.
- ANJOS, I. A. dos; et al. Efeitos da adubação orgânica e da época de colheita na qualidade de matéria-prima e nos rendimentos agrícola e de açúcar mascavo artesanal de duas cultivares de cana-de-açúcar (cana-planta). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, jan/fev. 2007.
- ASSIS, F. Assistat - Assistência Estatística. Disponível em: <http://www.assistat.com/indexp.html>. Acesso em: 23 fev. 2011.
- ASSIS, D. F. de. **Produtividade composição bromatológica de *Brachiaria decumbens* após segundo de aplicação de dejetos de aves e suínos**. 2007. 101 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Programa de Pós Graduação em

Ciências Veterinárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

BENEDINI, M. S.; PENATTI, C. P. Recomendação de adubação da cana-de-açúcar pela estimativa de produtividade. **Revista Coplana**, Guariba, n.44, p.20-21, Jan. 2008.

BENITES, V. de M. Produção de insumos agrícolas a partir de resíduos agroindustriais. In: FERTBIO 2006: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Reunião Brasileira Sobre Micorrizas, 10 - Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo, 8 -Reunião Brasileira de Biologia do Solo,5, 2006, Bonito - MS. **Anais....** Viçosa - MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006.

BRIEGER, F. O. Início da safra. Como determinar a maturação. **Boletim Informativo Copereste**, Ribeirão Preto, v.4, p.1-3, 1968.

CANABARRO, D.V.N.; et al. Acúmulo de nitrogênio e produtividade de milho com o uso de dejetos de suínos manejados na forma líquida e em cama sobreposta. In: XXIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SBCS, UNESP, 2003. CD-ROM.

CARVALHO, E. R.; et al. Fertilizante mineral e resíduo orgânico sobre características agronômicas da soja e nutrientes no solo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 4, p. 930-939, out-dez, 2011.

CEOTTO, E. ; CASTELLI, F. Radiation-use efficiency in fluecured tobacco (*Nicotiana tabaccum* L.): Response to nitrogen supply, climatic variability and sink limitation. **Field Crops Res.**, v. 2, n. 2-3, p. 374:117-130, 2002.

CFSEMG – Comissão de fertilidade do solo do estado de minas gerais, **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Belo Horizonte: EPAMIG, p. 180, 1999.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, segundo levantamento. **Companhia Nacional de Abastecimento**,

Brasília, ago. 2012.

COPERSUCAR. **Amostragem e análise da cana-de-açúcar**. São Paulo, 1980. 37p.

COSTA, A. M. da. **Recuperação física de um Latossolo Vermelho, influenciada pela aplicação de camas de aviário**. 2005. 111 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de análises químicas de solo, plantas e fertilizantes. 2 ed. **Embrapa informação tecnológica**. Brasília, DF, 2009, 627 p.

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

FERNANDES, A. C. **Cálculos na Agroindústria da Cana-de-açúcar**, 2. ed. Piracicaba: STAB - Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil. 2003. 240p.

FIGUEIREDO, P. A. M. Particularidades a respeito do potássio. **Stab: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.24, n.6, p.25, 2006.

FRAVET, P. R. F. de. **Doses e formas de aplicação de torta-de-filtro na produção de cana-soca**. 2007. 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

GAMA, A. M. J. **Sistema de rotação e adubação fosfatada na cultura da cana-de-açúcar no cerrado**. 2007. 86f. Dissertação de mestrado (Mestrado em Agronomia) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

GARCIA, J. C.; et al. Uso de resíduos de alambique, fertilização orgânica e mineral nos

rendimentos agrícola e de aguardente em cana-de-açúcar, primeira soqueira. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 15, n. 1, 2009.

GLÓRIA, N. A.; RODELLA, A. A.. Métodos de análise quantitativa inorgânica de caldo de cana-de-açúcar, vinhaça e melaço. Determinação de cálcio, magnésio, potássio, enxofre e fósforo num mesmo extrato, 29., 1972, Piracicaba. In: **Anais...** Piracicaba: Esalq, 1972. p. 5-7, 1972.

GOMIDES, J. do N. **Atributos físicos de Latossolo cultivado com cana-de-açúcar e adubado com dejetos de animais de criação intensiva**. 2009. 84f. Dissertação (Mestrado em Solos) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

IRVING, H.; WILLIAMS, R.J.P. Order of stability of metal complexes. **Nature**, Washington, v.162, p.746-7, 1948.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba, Editora Agronômica “Ceres” Ltda. 1985. 492 p.

KONZEN, E. A. **Fertilização das lavouras e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves**. Videira: EMBRAPA, 2003 (Informe Técnico).

KORNDÖRFER, G. H.; RAMOS, L. A. Diagnose foliar em cana-de-açúcar. In: PRADO, R. M.; et al (Eds.). **Nutrição de plantas: Diagnose foliar em grandes culturas**. Jaboticabal: CAPES/FUNDUNESP, 2008. cap. 12, p. 211-219.

KORNDÖRFER, G. H.; ANDERSON, D. L. Use and impact of sugaralcohol residues vinasse and filter cake on sugarcane production in Brazil. **Sugar Azucar**, v.92, p.26-35, 1997.

KORNDÖRFER, G. H. A importância da adubação na qualidade da cana-de-açúcar. In: SÁ, M. E. de; BUZZETI, S. (Coord.). **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. cap. 7, p. 133-142.

KORNDÖRFER, G. H.; ALCARDE, J. C. Acúmulo e teor de fósforo em folhas de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.16, p.212-222, 1992.

LANA, R.M.Q.; SILVA, A.A.; LANA, A.M.Q.; ASSIS, D.F. Atributos químicos do solo após aplicação de cama de frango. In: I SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ANIMAIS USO DOS RESÍDUOS DA PRODUÇÃO ANIMAL COMO FERTILIZANTE, 1., 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: EMBRAPA suínos e aves, 2009. p. 306-310.

LAVANHOLI, M. das G. D. P. Qualidade da cana-de-açúcar como matéria prima para produção de açúcar e álcool. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. de; LANDELL, M. G. A. de (Ed.) **Cana-de-açúcar**. 2 ed. Campinas: IAC, 2010. cap. 32, p. 697-722.

LEITE, G. M. V.; et al. Efeitos de fontes e doses de silicato de cálcio no rendimento agrícola e na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, cultivar SP80-18161. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1120-1125, jul./ago., 2008.

LOURENÇO, K. S.; et al. **Absorção de NPK pelo feijoeiro adubado com camas de aves e fertilizantes minerais**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO 33, 2010, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia/MG: SBCS, 2010. (CD Rom).

LUZ, P. H. de C.; KORNDÖRFER, G. H. Reciclagem de subprodutos na agricultura. In: VASCONCELOS, H. P. (Ed.). **Contribuições para a produção de alimentos: Ideias para uma agricultura eficaz**. São Paulo: Nova Bandeira Produções Editoriais, 2011. v. 1, p.123-143.

MAEDA, A. S. **Adubação nitrogenada e potássica em socas de cana-de-açúcar com e sem queima em solos de cerrado**. 2009. 110f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2009.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, A. S. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1989. 201p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic Press, 1997. 889 p.

MATSUOKA, S.; et al. Comportamento de variedades de cana-de-açúcar em um sistema orgânico de produção. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 8., 2002. Recife. **Anais...** Recife: STAB, 2002. p. 301-308.

MEIRELLES, A. J. A. **Potencial forrageiro de cultivares de cana-de-açúcar submetidas à adubação orgânica e química em duas épocas de corte**. 2009. 74f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Programa de pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

MELLIS, E. V.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H. Micronutrientes. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; et al. Campinas: IAC, 2010. cap. 15, p. 331-335.

MENEZES, J. F. S.; ANDRADE, C. L. T.; ALVARENGA, R. C.; KONZEN, E.; PIMENTA, F. F. 2002. Utilização de resíduos orgânicos na agricultura. Disponível em: <http://www.planetaorganico.com.br/trabJune.htm>. Acesso em: 18 ago. 2009.

MUNSON, R.D.; NELSON, W.L., 1973. Principles and practices in plant analysis. IN: Walsh, L.M.; J.D. Beaton (eds.). Soil testing and plant analysis. **Soil Science Society of America**. Madison, p. 223-248.

NARDIN, R. R. **Torta-de-filtro aplicada em argissolo e seus efeitos agronômicos em duas variedades de cana-de-açúcar colhidas em duas épocas**. 2007. 57f. Dissertação (Mestrado em Agricultura tropical e subtropical) – Curso de pós-graduação em agricultura tropical e subtropical, Instituto Agronômico, Campinas, 2007.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N.. Fósforo. In: NOVAIS, R. F.; (Eds.)

Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. 8, p. 472-537.

OLIVEIRA, M. W. de; et al. Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 239, p. 30-43, jul./ago. 2007.

OLIVEIRA, F.C. **Disposição de lodo de esgoto e composto de lixo urbano num Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar.** 2000. 247 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

OLIVEIRA, M. W. de; et al. Degradação da palhada de cana-de-açúcar. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 54, n. 4, p. 803-809, 1999.

PORTUGAL, A. F.; et al. Efeitos da utilização de diferentes doses de cama de frango por dois anos consecutivos na condição química do solo e obtenção de matéria seca em *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, 1., 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: EMBRAPA suínos e aves, 2009. p. 137-142.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H. Outras culturas industriais. In: RAIJ, B. van; et al. (coord.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2.ed. Campinas: Instituto Agrônômico & Fundação IAC, 1996. p.233-236.

ROSOLEM, A. C.; MARUBAYASHI, O. M. **Seja o doutor do seu feijoeiro** – arquivo do agrônomo nº 7 – Piracicaba: POTAFÓS, 1994.

ROSSETTO, R.; et al. Potássio. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. de; LANDELL, M. G. A. de (Ed.) **Cana-de-açúcar.** 2 ed. Campinas: IAC, 2010. cap. 12, p. 289-312.

ROSSETTO, R. A cana-de-açúcar e a questão ambiental. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. de; LANDELL, M. G. A. de (Ed.) **Cana-de-açúcar.** Campinas: IAC, 2008. cap. 41, p. 869-882.

SANTIAGO, A. D.; ROSSETTO, R. **Adubação**: resíduos alternativos. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/canadeacucar/arvore/CONTAG01_39_711200516717.html. Acesso em: 24 ago. 2009.

SANTOS, C.C.; BELLINGIERI, P.A.; FREITAS, J.C. Efeito da aplicação de compostos orgânicos de cama de frango nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho Escuro cultivado com sogro granífero [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. **R, Científica**, Jaboticabal, v.32, n.2, p.134 -140, 2004.

SANTOS, E. T.; et al. **Atributos químicos do solo e estado nutricional da cana-de-açúcar submetida à adubação orgânica e mineral**. 2009. Disponível em: http://www.dracena.unesp.br/#!/eventos/sicud_2009/anais_agronomia.php. Acesso em: 13 out. 2011.

SEVERINO, L. S.; et al. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande. v. 5, n. 1, p. 1-5, 2004.

SILVA, A. de A. **Potencialidade de recuperação de pastagens de *Brachiaria decumbens* fertilizada como camas de aviário e fontes minerais**. 2005. 152f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Curso de pós-graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.

SILVA, A. de A. **Viabilidade técnica e econômica da implantação da biodigestão anaeróbia e aplicação de biofertilizante nos atributos de solo e plantas**. 2009. 168f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2009.

SILVA, C. A. Uso de resíduos orgânicos na agricultura. In: SANTOS, G. A.; et al. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008.

SILVA, J. G.; ABRAMIDES, E. Adubação de soqueira de cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v.35, p.35-40, 1976.

SILVA, L. N. da. **Processo de compostagem com diferentes porcentagens de resíduos sólidos agroindustriais**. 2007. 59f. Mestrado (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Curso de pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2007.

SILVA, N.; et al. Avaliação dos atributos químicos em solos de Cerrado do triângulo mineiro na produção de cana-de-açúcar com utilização de adubação orgânica. In: Encontro interno 8; Seminário de iniciação científica 12, 2008, Uberlândia. **Anais....** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, 2008. p. 1-6.

SOBRAL, A. F.; WEBER, H. Nutrição mineral de cana-de-açúcar (micronutrientes). In: ORLANDO FILHO, J. (Ed). **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: IAA/ PLANALSUCAR, 1983. P. 103-122.

STEVENSON, F. J. Humus chemistry: genesis, composition, reactions. **John Wiley & Sons**, New York, 1994. 486p.

TASSO JÚNIOR, L.C.; et al. produtividade e qualidade de cana-de-açúcar cultivada em solo tratado com lodo de esgoto, vinhaça e adubos minerais. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.276-283, jan./abr. 2007.

TEDESCO, J.M.; et al. Resíduos orgânicos no solo e os impactos no ambiente. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, Gênese, 1999. p. 27-39.

TEIXEIRA, W. G. **Biodisponibilidade de fósforo e potássio provenientes de fertilizantes mineral e organomineral**. 2013. 99 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

TOKESHI, H. Cana-de-açúcar. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. (Organizadores). **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Associação para Pesquisa da Potassa e do Fosfato e CNPq, 1991. p. 485-499.

TRIVELIN, P.C.O. **Utilização do nitrogênio pela cana-de-açúcar: três casos estudados com o uso do traçador ¹⁵N**. 2000. 143 p. Tese (Livre-docência) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo. Piracicaba.

VIEIRA, M. X. **Eficiência agrônômica da adubação de soqueira de cana-de-açúcar com cloreto de amônio**. 2009. 134f. Dissertação de mestrado (Mestrado em Agronomia). Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2009.

VITORINO, L. B. **Micronutrientes e metais pesados no solo e na cana-de-açúcar fertilizada com dejetos orgânicos e adubo mineral**. 2009. 69f. Dissertação de mestrado (Mestrado Agronomia) – Programa de pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

VITTI, A. C.; et al (Eds.) **Cana-de-açúcar**. Campinas: IAC, 2010. cap. 14, p. 323-335

VITTI, G. C.; QUEIROZ, F. E. DE C.; QUINTINO, T. A. **Micronutrientes na cana-de-açúcar: mitos e realidades**. 2004. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Anais_Godofredo_Cesar_Vitti_000fizug9hp02wyiv802hvm3j0am3m2k.pdf. Acesso em: 22 jan. 2013.

WALDEMAR. Tecnologia do açúcar e do álcool – Açúcar. Curso de tecnologia de açúcar e álcool, 2007. Notas de aula. Disponível em: <http://www.fca.unesp.br/intranet/arquivos/waldemar/2007/A%C3%A7%C3%BAcarCana.doc>. Acesso em jan. 2013.

WEBER, H; et al. Recuperação da produtividade de soqueiras de cana-de-açúcar com adubação NPK. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 2, n. 1-2, p. 73-77, Jan./dez. 2002.

WESTERMAN, P. W.; BICUDO, J. R. Management considerations for organic waste use in agriculture. **Bioresource Technology**, v. 96, n. 02, p. 215-221, 2005.

ZAMBELLO JÚNIOR, E.; HAAG, H. P.; ORLANDO FILHO, J. Aplicação do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) em soqueiras de cana-de-açúcar para diferentes épocas de amostragem foliar. **Boletim Técnico PLANALSUCAR**, Piracicaba, v. 3, nº 3, p. 5-32, 1981a.

ZAMBELLO JÚNIOR, E.; ORLANDO FILHO, J. Adubação da cana-de-açúcar na região centro-sul do Brasil. **Boletim Técnico PLANALSUCAR**, Piracicaba, v. 3, nº 3, p. 5-26, 1981b.