



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

FERTILIZANTE ORGANOMINERAL PARA A PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR

ROBSON THIAGO XAVIER DE SOUSA

2014

ROBSON THIAGO XAVIER DE SOUSA

FERTILIZANTE ORGANOMINERAL PARA A PRODUÇÃO DE 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”.

Orientador

Prof. Dr. Gaspar Henrique Korndörfer

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2014

ROBSON THIAGO XAVIER DE SOUSA

FERTILIZANTE ORGANOMINERAL PARA A PRODUÇÃO DE 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 27 de JANEIRO de 2014.

Prof. Dr Caio Fortes	CENA/USP
Prof. Dr. Hamilton Seron Pereira	UFU
Prof. Dr. Humberto Molinar Henrique	UFU
Prof ^a Dr ^a Raffaella Rosseto	APTA

Prof. Dr. Gaspar Henrique Korndörfer
ICIAG-UFU
(Orientador)

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2014

DEDICATÓRIA

Aos meus amados pais, Pedro Humberto de Sousa e Neiry Any Xavier de Sousa que me deram a vida, educação e carinho a minha esposa Adriana Bárbara Rocha Xavier de Sousa que sempre me incentivou e esteve ao meu lado em vários momentos importantes da minha vida, obrigado pelo amor e companheirismo dispensados.

Aos meus irmãos Deny Rodrigo e Luara, pela amizade, carinho e confiança.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por tudo que Ele tem me proporcionado, pelo fato de conduzir minha vida, guiar meus passos. Aos meus familiares que sempre me apoiaram, pelo carinho, atenção e amizade.

Aos companheiros de pós-graduação, em especial a Lucélia Alves Ramos, Ivaniele Nahas Duarte, Welldy Gonçalves Teixeira e Gustavo Alves Santos.

A todos do Núcleo de Solos, principalmente a secretária Valéria Moreira Custódio Santos, agradeço também a todos os companheiros do LAFER.

À minha amiga Lílian Aparecida Oliveira e Hamilton Seron Pereira, que sempre estiveram disponíveis para ajudar-me sempre que solicitados.

A todos os proprietários, responsáveis técnicos e colaboradores das usinas Vale do Tijuco, Usina Açucareira Guaíra, Bioenergética Aroeira, Usina Delta, Usina Vale do São Simão e Jalles Machado que cederam toda a infraestrutura disponível para instalação e condução dos experimentos, sem o apoio de vocês nunca conseguiríamos desenvolver esse trabalho.

À todos amigos e colaboradores da Geociclo Biotecnologia S/A pelo fornecimento do material usado nos experimentos e apoio incondicional durante toda a pesquisa.

Aos companheiros Danillo Monteiro Sousa, Murilo Raimundo Vaz, Edsonaldo Reis, Eunício Bispo dos Santos e Welldy Gonçalves Teixeira pela amizade e auxílio durante a realização dos experimentos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, pelo conhecimento compartilhado.

À Dra. Raffaella Rosseto, Dr Hamilton Seron Pereira, Dr Caio Fortes e Dr Humberto Molinar Henrique, membros da Banca Examinadora, pela valiosa colaboração na leitura e sugestões.

Em especial ao meu orientador Dr. Gaspar Henrique Korndörfer pela confiança, orientação, ajuda, amizade e experiências compartilhadas durante todos esses anos e ao Dr. Humberto Molinar por todo incentivo, confiança, amizade e conhecimento compartilhado.

Muito obrigado!

EPÍGRAFE

“Julgue seu sucesso pelas coisas que você teve que renunciar
para conseguir”

Dalai Lama

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 A cultura da cana-de-açúcar.....	3
2.1.1 Safra Brasileira de cana-de-açúcar: Safra 2013/14.....	5
2.2 Uso de torta de Filtro na cana-de-açúcar.....	6
2.3 Fertilizantes Organominerais.....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 Áreas experimentais.....	15
3.2 Instalação dos experimentos.....	15
3.3 Avaliações no campo e coleta periódica de material vegetal.....	21
3.4 Amostras de solo.....	22
3.5 Análise econômica, lucratividade.....	23
3.6 Análises tecnológicas das amostras de cana-de-açúcar.....	23
3.7 Análise estatística.....	24
4 RESULTADOS e DISCUSSÃO.....	25
4.1 Teores de fósforo e potássio no solo nos experimentos instalados em cana planta e soca.....	24
4.2 Produtividade, teor foliar e altura de plantas.....	29
4.2.1 Usina Vale do Tijuco.....	29
4.2.2 Usina Guaíra.....	30
4.2.3 Usina Aroeira.....	31

4.2.4 Usina Delta, Cana Crua.....	32
4.2.5 Usina Delta, Cana Queimada.....	33
4.2.6 Usina Vale do São Simão 1 – UVSS 1, Fazenda Ribeirão dos Patos.....	34
4.2.7 Usina Vale do São Simão 2 – UVSS 2, Fazenda Macaúbas (2 ^a corte).....	35
4.2.8 Usina Vale do São Simão 3 – UVSS 3, Fazenda Macaúbas (3 ^o corte).....	37
4.2.9 Usina Jalles Machado 1, Fazenda 27, 3 ^o corte.....	38
4.2.10 Usina Jalles Machado 2, Fazenda 27, 4 ^o corte.....	39
4.3 Regressões polinomiais em função da aplicação de doses de fertilizantes organominerais.....	43
4.4 Lucro estimado.....	49
4.5 Análises tecnológicas e total de açúcar produzido por hectare (TAH).....	53
2.4 CONCLUSÕES.....	61
REFERÊNCIAS.....	63

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Locais onde foram instalados os experimentos.....	15
FIGURA 2. Detalhe da colheita das parcelas, usina vale do Tijuco, Uberaba – MG	20
FIGURA 3. Pesagem da cana com célula de carga, usina vale do São Simão, Santa Vitória – MG.....	20
FIGURA 4. Detalhes da pesagem das parcelas em 29 de junho de 2012, Usina Jalles Machado, Goianésia – GO.....	20
FIGURA 5. Detalhe da célula de carga no momento da pesagem, Usina Jalles Machado, Goianésia – GO.....	20
FIGURA 6. Detalhes das parcelas colhidas em 12 de julho de 2012, usina Delta, Delta – MG.....	20
FIGURA 7. Detalhe das medidas de altura de planta da cana-de-açúcar, Usina Delta, Delta – MG.....	20
FIGURA 8. Organomineral peletizado produzido pela empresa Geociclo Biotecnologia S/A.....	21
FIGURA 9. Coleta das amostras de solo sob a linha da cana-de-açúcar, Usina Guaíra-SP.....	22
FIGURA 10. Efeito de doses de fertilizantes organominerais (05-24-00) na produção de colmos, cana planta, em experimentos instalados na Usina Vale do Tijuco - UVT, Uberaba – MG (A), Usina Guaíra - UAG, Guaíra - SP (B) e efeito de doses de fertilizantes minerais (10-54-00) e organominerais (05-24-00) na produção de colmos, Bioenergética Aroeira - BEA, Tupaciguara - MG (C).....	44
FIGURA 11. Efeito de doses de fertilizantes organominerais na produção de colmos em cana soca em experimentos instalados na Usina Delta – UDC (OM 13-00-11), Uberaba – MG (A), Usina Delta – UDQ (OM 10-00-13), Uberaba – MG (B), Usina Vale do São Simão (OM 9,6-03-14,4 + 0,5 B), Santa Vitória – MG, UVSS1 (C) e Usina Vale do São Simão2 (OM 12-2,7-16), 2º corte, Santa Vitória – MG, UVSS2 (D).....	46
FIGURA 12. Efeito de doses de fertilizantes organominerais na produção de colmos em cana soca em experimentos instalados na Usina Vale do São Simão3 (OM 9,6-03-14,4 + 0,4B), 3º corte, Santa Vitória – MG, UVSS3 (A), Usina Jalles Machado (OM 10-00-24), 3º corte, Goianésia – GO (B) e Usina Jalles Machado (OM 08-03-10), 4º corte, Goianésia - GO (C).....	47

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Descrição e caracterização das áreas experimentais cultivadas com diferentes variedades de cana-de-açúcar e tipos de solo.....	17
TABELA 2. Tratamentos aplicados, doses dos fertilizantes mineral (M), organomineral (OM) e tratamento controle (C), sem aplicação de fertilizantes nas usinas de cana-de-açúcar onde os experimentos foram instalados.....	18
TABELA 3. Tratamentos aplicados no experimento instalado na Bioenergética Aroeira (BEA), Tupaciguara – MG.....	19
TABELA 4. Parâmetros físico-químicos, base úmida, dos fertilizantes organominerais utilizados nos experimentos.....	21
TABELA 5. Caracterização química das amostras de solo, coletados na profundidade de 0-20 cm nos locais onde foram instalados os experimentos.....	23
TABELA 6. Teores de fósforo no solo dos locais onde os experimentos foram instalados, extrator resina de troca catiônica, coletados no final dos experimentos, após a colheita.....	25
TABELA 7. Teores de potássio no solo dos locais onde os experimentos foram instalados, Extrator Mehlich (HCl 0,05 N + H ₂ SO ₄ 0,025 N), coletados no final dos experimentos, após a colheita.....	26
TABELA 8. Teores de fósforo, extrator resina de troca catiônica e potássio no solo, Extrator Mehlich (HCl 0,05 N + H ₂ SO ₄ 0,025 N), coletados no final do experimento instalado no local 8, Usina Aroeira, Tupaciguara - MG.....	26
TABELA 9. Teor foliar e altura da cana planta, pela aplicação do fertilizante Mineral MAP – 10-54-00, (M), e organomineral 05-24-00 (OM). Fazenda Aparecida Sobradinho, Var. SP80-3280 – Usina Vale do Tijuco, Uberaba – MG....	30
TABELA 10. Produção de colmos pela aplicação de doses do fertilizante organomineral 05-24-00 (OM) comparados a produção de colmos pela aplicação do fertilizante mineral MAP – 10-54-00, (FM), e ao controle, sem aplicação de fertilizante. Fazenda Aparecida Sobradinho, Var. SP80-3280 – Usina Vale do Tijuco, Uberaba – MG.....	30
TABELA 11. Produção de colmos pela aplicação de doses do fertilizante organomineral 05-24-00 (OM) comparados a produção de colmos pela aplicação do fertilizante mineral MAP – 10-54-00, (M), e ao controle, sem aplicação de fertilizante. Fazenda Santa Clara, talhão 4, Var RB 86 - 7515 – Us. Guáira – Guáira – SP.....	31
TABELA 12. Teor foliar e altura da cana planta pela aplicação do fertilizante Mineral MAP – 10-54-00, (M), e organomineral 05-24-00 (OM). Fazenda Santa	

Clara, talhão 4, Var RB 86 - 7515 – Us. Guaíra – Guaíra – SP.....	31
TABELA 13. Produtividade, teor foliar e altura de plantas da cana-de-açúcar, cana planta, variedade RB 92 – 579, em função da aplicação do fertilizante Mineral MAP – 10-54-00, (M), e organomineral 05-24-00 (OM). Usina Bioenergética Aroeira, Tupaciguara-MG.....	32
TABELA 14. Produção de colmos da cana soca, cana crua, 2º corte, pela aplicação de doses do fertilizante organomineral 13-00-11 (OM) comparados a produção de colmos pela aplicação do fertilizante mineral 22-00-18, (FM), e ao controle, sem aplicação de fertilizante. Fazenda Veadinho, Var. SP 1816 – Usina Delta, Delta – MG.....	33
TABELA 15. Teor foliar e altura da cana soca, cana crua, 2ª corte, em função da aplicação do fertilizante Mineral 22-00-18 (M) e do fertilizante Organomineral 13-00-11 (OM). Fazenda Veadinho, Var. SP 1816 – Usina Delta, Delta – MG.....	33
TABELA 16. Produção de colmos da cana soca, cana queimada, 2º corte, pela aplicação de doses do fertilizante organomineral 10-00-13 (OM) comparados a produção de colmos pela aplicação do fertilizante mineral 19-00-26, (FM), e ao controle, sem aplicação de fertilizante. Fazenda Veadinho, Var. SP 1816 – Usina Delta, Delta – MG.....	34
TABELA 17. Teor foliar e altura da cana soca, cana queimada, 2ª corte, em função da aplicação do fertilizante Mineral 19-00-26 (M) e do fertilizante Organomineral 10-00-13 (OM) Fazenda Veadinho, Var. SP 1816 – Usina Delta, Delta – MG.....	34
TABELA 18. Produção de colmos da cana soca, 2º corte, pela aplicação de doses do fertilizante organomineral 9,6-3,0-14,4/0,5%B (OM) comparados a produção de colmos pela aplicação do fertilizante mineral 16-05-24/0,8%B, (FM), e ao controle, sem aplicação de fertilizante. Fazenda Ribeirão dos Patos, Var. RB 86-7515 – Usina Vale do São Simão, Santa Vitória – MG.....	35
TABELA 19. Teor foliar e altura da cana-soca em função da aplicação de fertilizante Organomineral 9,6-3,0-14,4/0,5%B, OM e Mineral 16-05-24/0,8%B, M, variedade RB86-7515 – Us. Vale São Simão/MG (Faz. Ribeirão Patos), Santa Vitória – MG.....	35
TABELA 20. Produção de colmos da cana soca, 2º corte, pela aplicação de doses do fertilizante organomineral 12-2,7-16 (OM) comparados a produção de colmos pela aplicação do fertilizante mineral 18-04-24, (FM), e ao controle, sem aplicação de fertilizante. Fazenda Macaúbas, Var. CTC 15 – Usina Vale do São Simão, Santa Vitória – MG.....	36
TABELA 21. Teor foliar e altura da cana-soca, 2º corte, em função da aplicação de fertilizante Organomineral 12-2,7-16, OM e Mineral 18-04-24, M, variedade CTC 15 – Us. Vale São Simão/MG (Faz. Macaúbas), Santa Vitória – MG.....	36

TABELA 22. Produção de colmos da cana soca, 3º corte, pela aplicação de doses do fertilizante organomineral 9,6-3,0-14,4/0,3%B (OM) comparados a produção de colmos pela aplicação do fertilizante mineral 16-05-24/0,4%B, (FM), e ao controle, sem aplicação de fertilizante. Fazenda Macaúbas, Var. CTC 15 – Usina Vale do São Simão, Santa Vitória – MG.....	37
TABELA 23. Teor foliar e altura da cana-soca, 3º corte, em função da aplicação de fertilizante Organomineral 9,6-3,0-14,4/0,3%B, OM e Mineral 16-05-24/0,4%B, M, variedade CTC 15 – Us. Vale São Simão/MG (Faz. Macaúbas), Santa Vitória – MG.....	38
TABELA 24. Produção de colmos da cana soca, 3º corte, pela aplicação de doses do fertilizante organomineral 10-00-24 (OM) comparados a produção de colmos pela aplicação do fertilizante mineral 12-00-30, (FM), e ao controle, sem aplicação de fertilizante. Fazenda 27, Bloco 1, Var. IAC 91-1099 – Us. Jalles Machado, Goianésia – GO.....	39
TABELA 25. Teor foliar e altura da cana soca, 3º corte, em função da aplicação de fertilizante Organomineral 10-00-24, OM e Mineral 12-00-30, M, fazenda 27, Bloco 1, Var. IAC 91-1099 – Us. Jalles Machado, Goianésia – GO.....	39
TABELA 26. Produção de colmos da cana soca, 4º corte, pela aplicação de doses do fertilizante organomineral 08-03-10 (OM) comparados a produção de colmos pela aplicação do fertilizante mineral 16-06-20, (FM), e ao controle, sem aplicação de fertilizante. Fazenda 27, Bloco 1, Var. IAC 91-1099 – Us. Jalles Machado, Goianésia – GO.....	40
TABELA 27. Teor foliar e altura da cana soca, 4º corte, em função da aplicação de fertilizante Organomineral 08-03-10, OM e Mineral 16-06-20, M, fazenda 27, Bloco 1, Var. IAC 91-1099 – Us. Jalles Machado, Goianésia – GO.....	40
TABELA 28. Equivalência de dosagem do fertilizante organomineral para obter-se a mesma produção de colmos com a aplicação do fertilizante mineral.....	48
TABELA 29. Cálculo do lucro estimado nos experimentos instalados em cana planta, Usina Vale do Tijuco (UVT) e Usina Guaíra (UAG) adubados com fertilizante mineral MAP (10-54-00), M, e organomineral (5-24-00), OM.....	50
TABELA 30. Cálculo do lucro estimado no experimento instalado em cana planta, Usina Aroeira (BEA), adubados com fertilizante mineral MAP (10-54-00), M, e organomineral (5-24-00), OM.....	51
TABELA 31. Cálculo do lucro estimado nos experimentos instalados em cana planta, Usina Delta (UDC e UDQ) e Usina vale do São Simão (UVSS1, UVSS2, 2º corte e UVSS2, 3º corte) e Usina Jalles Machado (UJM 3º corte e UJM 4º corte) adubados com fertilizante mineral e organomineral.....	52
TABELA 32. Efeito de doses de fertilizantes organomineral e mineral nas variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar, cana planta, Fazenda Aparecida Sobradinho, Var. SP80-3280 – Usina Vale do Tijuco, Uberaba – MG.....	53

TABELA 33. Efeito de doses de fertilizantes organomineral e mineral nas variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar, cana planta, Fazenda Santa Clara, Var. RB86 7515 – Usina Açucareira Guaíra, Guaíra – SP.....	53
TABELA 34. Efeito de doses de fertilizantes organomineral (5-24-00) e mineral (10-54-00) nas variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar variedade RB 92 – 579 – Fazenda Santa Santa Lúcia, Bioenergética Aroeira, Tupaciguara- MG.....	54
TABELA 35. Efeito de doses de fertilizantes organomineral e mineral nas variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar Crua, variedade SP 1816 – Fazenda Veadinhos, Delta - MG.....	54
TABELA 36. Efeito de doses de fertilizantes organomineral e mineral nas variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar Queimada, variedade SP 1816 – Fazenda Veadinhos, Delta - MG.....	54
TABELA 37. Efeito de doses de fertilizantes organomineral e mineral nas variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar variedade RB86-7515 – Fazenda Ribeirão dos Patos, Usina Vale do São Simão, UVSS1.....	55
TABELA 38. Efeito de doses de fertilizantes organomineral e mineral nas variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar, 2º corte, variedade CTC 15 – Fazenda Macaúbas, Usina Vale do São Simão, UVSS2.....	55
TABELA 39. Efeito de doses de fertilizantes organomineral e mineral nas variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar, 3º corte, variedade CTC 15 – Fazenda Macaúbas, Usina Vale do São Simão, UVSS3.....	55
TABELA 40. Efeito de doses de fertilizantes organomineral e mineral nas variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar, 3º corte, variedade IAC 91 1099 – Fazenda 27, bloco 1, Usina Jalles Machado, UJM1.....	56
TABELA 41. Efeito de doses de fertilizantes organomineral e mineral nas variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar, 4º corte, variedade IAC 91 1099 – Fazenda 27, bloco 1, Usina Jalles Machado, UJM2.....	56
TABELA 42. Total de açúcar por hectare (TAH) na cana planta, em função da aplicação de fertilizante mineral MAP (M) e organomineral 5-24-00 (OM), experimentos usina Vale do Tijuco (UVT) e Usina Açucareira Guaíra (UAG).....	58
TABELA 43. Total de açúcar por hectare (TAH) na cana planta, em função da aplicação de fertilizante mineral MAP, M, e organomineral 5-24-00, OM, experimento usina Aroeira (BEA), Tupaciguara-MG.....	59
TABELA 44. Total de açúcar por hectare (TAH) na cana soca, em função da aplicação de fertilizante mineral (M) e organomineral (OM), experimentos usina Delta (UDC e UDQ) e Usina Vale do São Simão1 (UVSS1).....	59

TABELA 45. Total de açúcar por hectare (TAH) na cana soca, em função da aplicação de fertilizante mineral (M) e organomineral (OM), experimentos Usina Vale do São Simão 2 (UVSS2-2º corte e UVSS3-3º corte) e Usina Jalles Machado (UJM-3ºcorte e UJM- 4ºCorte).....	60
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

RESUMO

SOUSA, ROBSON THIAGO XAVIER DE SOUSA. **Fertilizante organomineral para a produção de cana-de-açúcar.** 2014. 87f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia¹.

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 fertilizantes organominerais como fornecedores de nutrientes pode ser uma alternativa para a substituição dos adubos minerais na cultura. O objetivo do estudo foi avaliar a eficiência agronômica da utilização de fertilizante organomineral na cana-de-açúcar, para tal foram realizados dez experimentos conduzidos entre os anos de 2011 e 2013 em condições de campo nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Goiás. Em nove locais, as doses de organomineral foram definidas em função do tratamento com o fertilizante mineral recomendado em cada área experimental, seguindo aproximadamente 60, 80 e 100% da quantidade de N, P₂O₅ e K₂O além de um tratamento controle, sem a aplicação de fertilizantes e em um local foram aplicados três doses de P₂O₅ via fertilizantes mineral e organomineral além de um tratamento controle. O delineamento experimental em todos os experimentos foi em blocos ao acaso com cinco repetições. Durante o ciclo da cultura, foram realizadas avaliações de altura de plantas, análise foliar (N, P e K), amostras de solo (antes e após a colheita dos experimentos), produção de colmos, lucro estimado, variáveis tecnológicas e quantidade de açúcar produzido por hectare. Os dados obtidos foram inicialmente testados quanto às pressuposições de normalidade dos resíduos e homogeneidade entre as variâncias. Para análise de produtividade, as médias dos tratamentos foram comparadas por meio do teste de Dunnet ao nível de significância de 10%. Os resultados quantitativos foram submetidos à análise de regressão e as demais variáveis foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%. Não houve alterações dos níveis nutricionais de NPK nas folhas mesmo nos tratamentos com menor dosagem de NPK, caso dos tratamentos com organomineral com dosagem de 60% e 80% do teor de NPK utilizado no fertilizante mineral. O fertilizante organomineral mostrou-se mais eficiente que o fertilizante mineral tanto em cana planta quanto em cana soca, podendo substituir o fertilizante mineral e apresentar até 24% a mais de eficiência na produção de colmos de cana-de-açúcar. A aplicação do fertilizante organomineral proporcionou uma maior lucratividade por hectare quando comparado ao fertilizante mineral.

Palavras-chave: Fertilizante organomineral, *Saccharum* spp., eficiência agronômica.

¹Professor Orientador: Gaspar Henrique Korndörfer - UFU

ABSTRACT

SOUSA, ROBSON THIAGO XAVIER DE SOUSA. **Organomineral fertilizer for the yield of sugar cane.** 2014. 87f. Thesis (Ph.D. in Agronomy / Crop Science) - Federal University of Uberlândia.¹

Fertilization of sugar cane plays an utmost important role in its entire production process directly influencing the productivity of the crop. The use of organomineral fertilizers as a source of nutrients may be an alternative to replace mineral fertilizers in this crop. The aim of this study was to verify the efficacy of the use of organomineral fertilizer on sugar cane. From 2011 to 2013 ten experiments were conducted under field conditions in the states of Minas Gerais, São Paulo and Goiás. In nine locations, doses of organomineral fertilizers were given according to the treatment with the mineral fertilizer recommended in each experimental area, following approximately 60, 80 and 100 % of the amount of N, P₂O₅ and K₂O and a control treatment without applying fertilizers. In one local three doses of P₂O₅ by mineral and organomineral fertilizers were applied as well as a control treatment. The experimental design for all experiments was randomized blocks with five replications. During the crop cycle, assessment of plant height, leaf analysis (N, P and K), soil samples (before and after harvest of the experiments), yield, earnings were performed ships, technological variables and amount of sugar produced per hectare. Data were initially tested for assumptions of normality of residuals and homogeneity of variances. For yield analysis, the treatment means were compared using the Dunnet test at a significance level of 10%. The quantitative results were subjected to regression analysis and other variables were compared by Tukey test at 5% significance. There were no changes in nutritional levels of NPK in leaves even in treatments with lower dosage of NPK if treatments with organomineral fertilizer dosing with 60 % and 80 % of the NPK content is used in mineral fertilizer. The organomineral fertilizer was more efficient than the mineral fertilizer in both plant canes as for ratoon cane, being able to replace mineral fertilizers and submit by 24 % more efficiency in productivity from sugar cane. The application of this organomineral fertilizer provided greater profitability per hectare compared to mineral fertilizer.

Keywords: Organomineral fertilizer, *Saccharum* spp., agronomic efficiency.

¹Supervisor: Gaspar Henrique Korndörfer - UFU

1 INTRODUÇÃO

Os fertilizantes mais antigos empregados na agricultura são os fertilizantes orgânicos, por vezes, denominados adubos naturais, em razão de sua origem, animal ou vegetal (RAIJ, 2011). Não há dúvidas de que o aproveitamento agrícola dos resíduos orgânicos constitui-se numa prática econômica e ambientalmente viável. A utilização de resíduos na fertilização dos solos permite a recuperação de diversos elementos químicos, tais como nitrogênio, fósforo e potássio e elementos traço, além de contribuir, através da adição de matéria orgânica ao solo, com a melhoria da estrutura física e a da capacidade de absorção de água e de fornecimento de nutrientes para as plantas, aumentando a produção das culturas (IPEA, 2012).

O termo resíduo, geralmente, é associado a lixo, porém, sabe-se hoje que os resíduos sólidos são considerados como aqueles que possuem valor econômico agregado, por possibilitarem seu reaproveitamento, sendo os resíduos da biomassa transformados em matéria prima para diversos outros processos (SILVA et al., 2011). Dos resíduos produzidos, grandes partes provem da área agrícola e industrial, e segundo o Plano Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil as estimativas da geração de resíduos oriundos das agroindústrias associadas à agricultura representaram em torno de 290.838.411 toneladas de resíduos para o ano de 2009. Destes, os resíduos que mais contribuíram com estes valores, cerca de 69 % foram o bagaço e a torta de filtro oriundos da cana-de-açúcar, gerados em sua maioria na região Sudeste do país (BRASIL, 2012).

Apesar das vantagens proporcionadas pelo uso de resíduos orgânicos, alguns desafios precisam ser superados, como o desequilíbrio de nutrientes em resíduos orgânicos frente às necessidades das culturas, a concentração de nutrientes relativamente baixas em comparação aos fertilizantes minerais, o grande volume de resíduos que encarece e dificulta o transporte e a distribuição de forma homogênea, o conhecimento técnico acerca da quantidade, época e modo de aplicação, além das preocupações ambientais (WESTERN et al., 2005).

Quando comparado às fontes minerais solúveis, o fertilizante organomineral apresenta um potencial químico reativo relativamente inferior, porém, sua solubilização é gradativa no decorrer do período de desenvolvimento da cultura, podendo levar a uma eficiência agronômica maior (KIEHL, 2008). No entanto, faltam experimentos de

campo de longa duração e com culturas anuais que permitam avaliar com maior precisão a eficiência agronômica desses fertilizantes.

A oferta de insumos agrícolas comerciais à base de compostos orgânicos para utilização como fertilizante tem crescido muito nas últimas décadas em todo o mundo e mais recentemente no Brasil (DOMINGUEZ, 2007). Como fonte alternativa, o fertilizante organomineral vêm de maneira crescente revelando-se promissor na adição de matéria orgânica ao solo e na fertilização das culturas, principalmente aquelas de ciclo longo, como a cana-de-açúcar, onde grandes quantidades de resíduos são aplicadas e isso ocorre porque essa cultura apresenta várias vantagens que possibilitam esse aproveitamento, como exemplo, pode-se citar: a cultura não é consumida “in natura”, está próxima dos grandes centros urbanos e industriais, ocupa grandes áreas e apresenta boa infraestrutura e possibilidade de mecanização.

O fertilizante organomineral usado neste estudo foi produzido com torta de filtro e apresenta como diferencial de mercado, elevados teores de NPK e matéria orgânica tratada, propriedades mecânicas superiores como dureza, baixa geração de pó, alta densidade e uniformidade dos grânulos. A tecnologia empregada na fabricação deste organomineral confere ao mesmo a propriedade de fertilizante de liberação lenta (*slow release*) o que diminui a lixiviação de nutrientes minerais e a fixação de fósforo no solo, aumentando a eficiência agronômica do fertilizante. No processo de produção deste organomineral é utilizado um polímero orgânico biodegradável solúvel em água que tem a função de proporcionar a liberação gradual dos nutrientes. Esse polímero retém a fase mineral do fertilizante dentro de uma matriz orgânica porosa, produzindo o efeito de “*slow release*”, ou seja, ao entrar em contato com o solo ele libera os nutrientes de forma contínua e controlada, reduzindo a possibilidade de perdas por lixiviação e mantendo a planta nutrida constantemente durante todo o período de crescimento.

Estudos sobre as mudanças nas propriedades químicas do solo adubado com fertilizante organomineral e a sua influência na produção de cana-de-açúcar ainda são incipientes. Considerando os efeitos benéficos exercidos pela matéria orgânica sobre o solo, bem como sua contribuição para o crescimento e desenvolvimento das plantas, a utilização de fertilizante organomineral pode se constituir numa importante ferramenta para melhorar a fertilidade dos solos e a produtividade das culturas.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a produtividade, parâmetros tecnológicos, atributos químicos do solo e absorção foliar de nutrientes na cana-de-açúcar, cana-soca e cana-planta, pela aplicação de fertilizante organomineral.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas agrícolas brasileiras servindo como matéria-prima de grande flexibilidade. É fonte de alimentação animal, dela se produz açúcar, álcool de vários tipos, a exemplo do etanol, bebidas como cachaça, licor, rum e vodka e gera eletricidade a partir do bagaço. Além disso, têm-se a produção do etanol de segunda geração que é produzido a partir do bagaço que passa por um processo de lavagem e pré-tratamento para que sua superfície fique maior. Nele são aplicadas enzimas que quebram a celulose do material em glicose. A glicose que sobra é a mesma substância contida no caldo utilizado na primeira geração de etanol. Daí, então, é só aplicar a levedura e produzir o álcool. Da cana-de-açúcar se aproveita absolutamente tudo: bagaço, méis, torta e resíduos de colheita (UNIÃO DA AGROINDUSTRIA CANAVIEIRA DE SÃO PAULO, 2006).

Em função da extensão territorial, o cultivo da cana-de-açúcar ocorre em épocas alternadas e nas mais variadas condições climáticas. Possivelmente, o Brasil é o único país com duas épocas de colheita anuais: a safra de parte da Região Nordeste vai de setembro a abril e a do Centro-Sul e demais regiões vão de maio a dezembro, correspondendo aos períodos mais secos nessas regiões (ALFONSI et al., 1987).

Na agricultura ocorrem diversas situações que exigem inovações, para isso deve-se ter atenção especial para os aspectos dos ambientes, tais como a vegetação natural, frequência de chuva, morfologia do solo, adaptação das plantas a determinados tipos de terreno, e de manejo (KER, 2006). Prado (2008) redefiniu os ambientes de produção de cana-de-açúcar em função das condições físico-hídricas, morfológicas, químicas e mineralógicas dos solos, sob manejo adequado da camada arável em relação ao preparo; calagem; adubação; palha; controle de ervas daninha e pragas; sempre associadas com as propriedades da sub superfície dos solos e, principalmente, com o clima local (precipitação pluviométrica, temperatura, radiação solar, evaporação).

Segundo Prado (2008), os componentes dos ambientes de produção são representados pela profundidade, que tem relação direta com a disponibilidade de água e o volume de solo explorado pelas raízes; fertilidade como fonte de nutrientes para as plantas; a textura que está relacionada com os níveis de matéria orgânica, capacidade de

troca de cátions e disponibilidade hídrica, e pela água como parte da solução do solo, vital para a sobrevivência das plantas.

A extração de nutrientes que a cana-de-açúcar necessita para uma produção de 100 t ha⁻¹ é da ordem de 143 kg de nitrogênio (N), 43 kg fósforo (P₂O₅), 210 kg potássio (K₂O), 87 kg cálcio (Ca), 49 kg magnésio (Mg) e 44 kg enxofre (S). No caso dos micronutrientes são necessários 7,4 kg de ferro (Fe), 2,5 kg de manganês (Mn), 0,6 kg de zinco (Zn), 0,4 kg de cobre (Cu), e 0,2 kg de boro (B) (ORLANDO FILHO, 1993).

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, procurando encontrar faixas de teores de nutrientes adequados para a cultura da cana-de-açúcar. Na maioria das pesquisas as extrações dos nutrientes encontraram-se na ordem decrescente para macronutrientes de K>N>Ca>Mg>S>P (MAEDA, 2009).

Korndörfer (1994) cita que 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.

De acordo com Figueiredo (2006) o potássio destaca 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 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 álcool, 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 (RAMOS, 2013).

2.1.1 Safra Brasileira de cana-de-açúcar: Safra 2013/14

Para a temporada 2013/14, a cultura da cana-de-açúcar continua em expansão. A previsão é que o Brasil tenha um acréscimo na área de cerca de 314 mil hectares, equivalendo a 3,7% em relação à safra 2012/13. O acréscimo é reflexo do aumento de área da Região Centro-Sul. A Região Norte/Nordeste praticamente se mantém com a mesma área para a próxima safra. São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul deverão ser os estados com maior acréscimo de áreas com 95,9 mil hectares, 60,1 mil hectares, 92,5 mil hectares e 81,4 mil hectares, respectivamente. Este crescimento se deve à expansão de novas áreas de plantio das usinas já em funcionamento (CONAB, 2013).

A expectativa é que no Centro-Sul as usinas invistam mais em renovação de canaviais do que em expansão de novas áreas cultivadas. Essa informação também é correta para a Região Nordeste onde a maior seca dos últimos 40 anos afetou a safra 2012/13, deixando muitas usinas descapitalizadas, impedindo aumento de área. No Nordeste, também em função da seca, algumas usinas encerraram a moagem da temporada passada antes do período normal, mas isso não refletirá em um período maior de desenvolvimento da cana para a próxima safra, uma vez que a colheita continuou em ritmo normal. O que ocorreu foi apenas a mudança de destino da cana colhida, sendo que algumas usinas moeram o final de suas safras em parceria, diminuindo o custo da produção de açúcar e etanol, evitando assim um prejuízo maior do que o já ocasionado pela quebra de produtividade (CONAB, 2013).

A área cultivada com cana-de-açúcar que será colhida e destinada à atividade sucroalcooleira na safra 2013/14 está estimada em 8.799,2 mil hectares, distribuídas em todos estados produtores conforme suas características. O estado de São Paulo permanece como o maior produtor com 51% (4.515 hectares) da área plantada, seguido por Minas Gerais com 8% (781.920 hectares), Goiás com 9% (818.390 hectares), Paraná com 7% (620.330 hectares), Mato Grosso do Sul com 7,1% (624.110 hectares), Alagoas com 5% (442.590 hectares) e Pernambuco com 3% (286.030 hectares). Nos demais estados produtores as áreas são menores, com representações abaixo de 3,0%. A área de cana-de-açúcar destinada à produção neste ano safra deve apresentar um crescimento de 3,7% ou 314.150 hectares em relação à safra passada. O aumento só não será maior por causa da intenção de plantio do Norte/Nordeste apresentar uma leve

queda em relação à safra passada. A área de renovação e/ou novas áreas de canaviais previstas para acontecer na atual temporada é estimada em 17% das lavouras atuais (CONAB, 2013).

Apesar da instabilidade climática em algumas regiões produtoras neste primeiro trimestre, como é o caso do Nordeste, a perspectiva é de crescimento de 6,8% no rendimento da cultura. A produtividade média brasileira está estimada em 74 kg ha⁻¹, maior que a safra 2012/13, que foi de 69 kg ha⁻¹ (CONAB, 2013). .

A previsão de melhores condições climáticas neste ano safra em relação ao passado, além do maior investimento em manutenção dos canaviais e aumento de área de renovação deve proporcionar esse crescimento no volume de cana-de-açúcar colhida para a próxima safra. Na Região Nordeste o clima ainda não está na normalidade, mas ainda assim espera-se uma safra mais favorável em 2013/14. A perspectiva é um acréscimo de 4,8% na produtividade em relação à safra passada (CONAB, 2013).

A previsão de produção de cana-de-açúcar da Região Centro-Sul deve ser de 594,1 milhões de toneladas, 11,5% maior que a produção da safra anterior. A Região Norte/Nordeste também sinaliza um aumento em torno de 3,6%, passando dos atuais 55,9 milhões de toneladas da safra 2012/13, para 57,9 milhões na safra 2013/14. A previsão do total de cana-de-açúcar para ser moída é de 652 milhões de toneladas, com aumento de 10,7% em relação à safra 2012/13, que foi de 588,9 milhões de toneladas, significando que a quantidade que será moída deve ser 64,9 milhões de toneladas a mais que na safra anterior. A recuperação da produção, que foi severamente comprometida na safra passada, somando-se a um possível incremento de área, justifica-se esta estimativa de crescimento da produção (CONAB, 2013).

2.2 Uso de torta de Filtro na cana-de-açúcar

São muitos os resíduos orgânicos de origens urbana, industrial e agrícola que podem ser usados na agricultura, sendo exemplos: estercos de bovino, de galinha e de suíno, torta de mamona, adubos verdes, turfa, lodo de esgoto, resíduos oriundos da fabricação de álcool e açúcar (torta de filtro), compostos orgânicos, resíduos do processamento de frutos, entre outros. Para a utilização dos adubos orgânicos e minerais são necessários programas de estabelecimento de adubação visando conseguir que ambos os tipos de fertilizantes contribuam nos cálculos das doses indicadas para as

culturas (CIANCIO, 2010).

A cana-de-açúcar é uma cultura que extrai e exporta do solo consideráveis quantidade de nutrientes, levando em consideração que a adubação assume papel de suma importância em seu processo produtivo, podendo representar até 30% dos seus custos de produção (ZAMBELLO JÚNIOR et al., 1981). O uso na agricultura de resíduos orgânicos, de origem agrícola, urbana ou industrial, é uma interessante alternativa de disposição, permitindo a reciclagem de nutrientes (NPK) nos ecossistemas (TASSO Jr. et al., 2007).

A torta de filtro é um composto da mistura de bagaço moído e lodo da decantação sendo proveniente do processo de tratamento e clarificação do caldo da cana-de-açúcar. Apresenta altos teores de matéria orgânica e fósforo (P), além de cálcio, nitrogênio e potássio, magnésio e micronutrientes (SANTOS et al., 2010), com composição química variável em função da variedade e da maturação da cana, tipo de solo, processo de clarificação do caldo e outros. Na fração mineral, integrando a composição química da torta de filtro, o P é o elemento predominante (ALMEIDA JÚNIOR, 2010; CORTEZ et al., 2002). Nunes Júnior (2008) relata que a torta de filtro sai dos filtros rotativos após extração da sacarose residual da borra com 75 a 80% de umidade e é um excelente produto orgânico para a recuperação de solos exauridos ou de baixa fertilidade.

A importância da utilização de torta de filtro em lavouras de cana-de-açúcar resulta não só do grande volume em que são gerados (30 a 40 kg para cada tonelada de cana moída), mas também pela economia de insumos que se obtém com a prática do seu aproveitamento na forma de fertilizante e ou condicionadora de solos, e principalmente por ser uma forma de preservar o meio ambiente, reduzindo a poluição ambiental (SILVA, 2011). 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.

Vários autores relatam o efeito residual da torta de filtro no incremento de produtividade da cana-de-açúcar, propiciado por um processo lento de decomposição da matéria orgânica e liberação de P. Nunes Junior (2008), estudando 20 clones de cana-de-açúcar em solo do tipo Areia Quartzosa, observou incremento de produtividade

(13,4%) e em sacarose, no decorrer de quatro cortes avaliados.

A torta de filtro é também uma fonte potencialmente poluidora, pois, assim como a vinhaça, se usada de forma inadequada, pode causar danos ambientais graves como a contaminação dos cursos d'água e do solo (ROSSETO, 2004). 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.

A maior parte das unidades produtoras de açúcar e de álcool ainda utiliza a adubação mineral, como fonte de nutrientes na cultura canavieira. Porém, já é notória a preocupação em se obter um novo produto, de maior valor agregado, por algumas unidades que utilizam o sistema de adubação orgânica ou quase totalmente orgânica (ANJOS et al., 2007).

Assim a utilização de resíduos orgânicos, pode representar uma alternativa para a substituição ou complementação da adubação mineral na cultura da cana-de-açúcar. Tais subprodutos, denominados resíduos, são gerados como resultado secundário do processamento de matérias-primas para a fabricação do produto principal. A reciclagem de nutrientes e/ou subprodutos de matérias-primas que foram beneficiadas para a obtenção de um dado produto, ou seja, seu reaproveitamento na nutrição de plantas visando produção agrícola é uma excelente forma de reutilizar os nutrientes no sistema solo x planta x ambiente (LUZ; KORNDÖRFER, 2011).

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 químicos, 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.

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, consequentemente 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.

Nardin (2007) estudando a aplicação da torta-de-filtro em um argissolo e seus efeitos agronômicos 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 (TCH) 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 (TCH) e na produtividade de sacarose por hectare (TPH).

Segundo Rossetto et al., (2008), o benefício da presença de radicais orgânicos na torta de filtro em decomposição pode ocupar sítios de fixação de fósforo, protegendo este nutriente da reação com os minerais de argila e óxidos de ferro e, portanto, tornando-o disponível e melhor aproveitado pela planta essa mesma teoria é sustentada por Souza et al., (2006) e Matias et al., (2010). Ao aplicar P (fósforo) mineral associado com uma fonte orgânica, ocorre uma redução na fixação do P pelos compostos minerais do solo, elevando a disponibilidade do nutriente para as plantas, uma vez que os carregadores orgânicos possuem a capacidade de melhorar a solubilidade dos compostos de P no solo formados após a aplicação do fertilizante, disponibilizando gradualmente o P, comparado com a sua aplicação sem a associação com fontes orgânicas (TIRITAN et al., 2010).

Rossetto et al., (2008), demonstrou que, o uso da torta de filtro nos canaviais

eleva a produtividade da cultura e, por consequência, a produtividade de açúcar, por fornecer matéria orgânica, fósforo e cálcio, entre outros nutrientes. Os autores completam, ainda, que o uso mais eficiente deste resíduo é aplicá-lo no sulco de plantio, quando então o teor de água contido na torta favorece a brotação da cana e o fósforo, ao ser mineralizado, está próximo das raízes.

Muitas são as informações relativas ao valor da torta de filtro na nutrição da cana-de-açúcar, com aumento substancial na produção. Segundo Penso et al. (1982), uma das formas para seu aproveitamento é a possibilidade de aplicá-la na agricultura, misturada com fosfatos naturais, uma vez que a torta de filtro teria a capacidade de melhorar a solubilidade desses compostos, disponibilizando mais rapidamente o fósforo, comparado com a sua aplicação sem a torta.

Santos et al., (2011), trabalhando com a adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel sob a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, observou que a melhor combinação foi a aplicação de torta de filtro na dose entre 2,6 e 2,7 t ha⁻¹ associada a 160 e 190 kg ha⁻¹ de P₂O₅, em relação ao teor de sólidos solúveis e produtividade de açúcar. Os resultados positivos de produtividade de açúcar apontam que a utilização da torta de filtro, associada ao fertilizante fosfatado, pode ser adotada como prática pelos produtores, visando aos ganhos de produtividade, com benefícios do menor uso do fertilizante mineral e melhor utilização do resíduo orgânico da indústria do açúcar.

Para Alleoni & Beauclair (1995), a matéria orgânica de torta de filtro aumenta a capacidade de retenção de água, pois é higroscópica, chegando a reter água em até seis vezes o seu próprio peso. Ainda, promove a redução da densidade aparente do solo e o aumento da porosidade total do solo; forma agregados capazes de reduzir a erosão e aumentar a capacidade de absorção do solo; e aumenta a capacidade de troca catiônica, pela ação de micelas húmicas coloidais, com atividade superior às argilas. Aumenta, também, os teores de nitrogênio, fósforo e enxofre, a partir da decomposição e da mineralização da matéria orgânica, e promove a redução da fixação do fósforo pelos óxidos de ferro e alumínio, bloqueando os sítios de fixação com os radicais orgânicos.

2.3 Fertilizantes Organominerais

Atualmente, existem várias opções de manejo, podendo optar-se pela

preservação de resíduos agrícolas nas lavouras e/ou adição de estercos e de resíduos agroindustriais, assim como o uso de adubo organomineral que são significativos para o crescimento e desenvolvimento das culturas devido à grande quantidade de matéria orgânica e minerais presentes nesses adubos, reduzindo, com isto, as perdas dos nutrientes como nitrogênio, potássio e fósforo em relação aos adubos químicos, além de devolver vida ao solo mediante a proliferação de micro-organismos que reestrutura o solo e promove melhor absorção dos nutrientes aplicados (SANTOS et al 2013).

Na Legislação Brasileira, por meio da INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 23, DE 31 DE AGOSTO DE 2005, o fertilizante organomineral é definido como: “produto resultante da mistura física ou combinação de fertilizantes minerais e orgânicos”. No CAPÍTULO III da INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 25, DE 23 DE JULHO DE 2009, SEÇÃO V, Art.8º, § 1º, é estabelecido as atuais especificações, garantias e características dos fertilizantes organominerais sólidos para aplicação no solo. Segundo a referida IN, os fertilizantes organominerais sólidos deverão apresentar, no mínimo: Carbono orgânico: 8%; CTC: 80 mmol_ckg⁻¹ e umidade máxima de 30%.

No Brasil, a fabricação de fertilizantes organominerais iniciou após sua incorporação na legislação Brasileira, em 1982, mas na história da adubação, o emprego do fertilizante organomineral pode ser considerado recente, se comparado aos fertilizantes minerais, com cerca de 150 anos de experimentos (KIEHL, 2008). A cada ano, o mercado de produção de fertilizantes organominerais cresce em torno de 16% (POLIDORO et al., 2013) e cada vez mais esta categoria de fertilizante tem sido empregada na agricultura brasileira. A adição de fertilizantes minerais aos resíduos orgânicos reduz o impacto ambiental da atividade agropecuária, aumenta a fertilidade do solo e ainda reduz o uso de fertilizantes químicos.

Moreschi et al., (2013) trabalhando com doses e fontes de adubação (mineral e organomineral) na semeadura da cultura do feijoeiro concluiu que a eficiência na utilização dos nutrientes aplicados do fertilizante organomineral foi maior que a do fertilizante mineral na maioria das doses avaliadas.

Duarte et al., (2013), trabalhando com o organomineral com as mesmas características do usado no presente trabalho, verificou que a produtividade da soja nos tratamentos que receberam organomineral 03-15-15 foi superior à do tratamento mineral (4-20-20) nas doses de 80 e 100% de NPK em relação a quantidade de nutrientes disponibilizadas via adubação mineral. Existe uma equivalência de

produtividade entre 200 kg ha⁻¹ de organomineral 03-15-15 com 400 kg ha⁻¹ de mineral 04-20-20, ou seja, 38% da quantidade de nutrientes via organomineral traria o mesmo incremento em produtividade com a utilização do mineral levando 100% da quantidade de nutrientes.

Cardoso et al (2013), não encontrou diferenças significativas na cultura da batata, cv Ágata, submetida a diferentes doses de fertilizante organomineral comparadas com o fertilizante mineral. A utilização de 40% da quantidade de nutrientes fornecidos pela fertilização com o mineral via organomineral não diferiu significativamente da produção obtida com o fertilizante mineral (100% NPK). O mesmo resultado foi obtido por Cardoso et al (2013a) trabalhando com a cultivar de batata Atlantic.

Quando comparado às fontes minerais ou compostos orgânicos, o fertilizante organomineral aumenta a interação planta-mineral por reduzir a adsorção de fósforo (SOUSA et al., 2013, PARENT et al., 2003), diminuir a transformação de P₂O₅ em formas indisponíveis para a planta (IYAMUREMYE et al., 1996; KHIARI et al., 2005) e ativar a atividade de enraizamento da planta (LEE et al., 1976).

Fernandes et al. (2002), avaliando a aplicação de fertilizante organomineral via água de irrigação, comparando-o com a fertirrigação convencional de adubos químicos na cultura do melão, observaram superioridade na produção de frutos com os produtos organominerais.

Tejada et al., (2005), estudando as perdas por lixiviação de nutrientes de um solo tratado com fertilizante organomineral e combinação de fertilizante inorgânico + orgânico, verificaram que as perdas de nitrogênio, fósforo e potássio foram maiores no solo que recebeu a combinação dos fertilizantes. Os mesmos autores observaram que a aplicação do fertilizante organomineral resultou, no trigo, em aumento significativo no teor de proteína bruta, no número de grãos por espiga, no número de espigas por metro quadrado, no peso de 1000 grãos e no rendimento, comparativamente à combinação de fertilizante inorgânico + orgânico.

Tanto no processo de compostagem, como no processo de tratamento físico dos resíduos, é necessária a adição de fontes concentradas de nutrientes para se obter um fertilizante organomineral compatível com a legislação brasileira. Os fertilizantes fosfatados dominam o setor de fertilizantes organominerais no Brasil, em parte devido a grande demanda por fósforo nos solos tropicais, e em parte devido a aspectos econômicos (BENITES, et al., 2010).

Em estudo que avaliou o efeito de dois sistemas de culturas, com e sem rotação de plantas de cobertura associado a três fontes de adubação na disponibilidade de micronutrientes no solo, Steiner et al. (2011) verificaram aumento nos teores de cobre (Cu) e zinco (Zn) com adubação orgânica e organomineral, comparativamente à adubação mineral. Para compor o fertilizante organomineral, esses autores utilizaram formulação mineral associada a: dejeto de suíno ou esterco de poedeira ou composto.

ZebARTH et al. (2012) relataram que a adição de fertilizante mineral ao esterco durante a produção do fertilizante organomineral aumenta a concentração de nutrientes, demandando menores taxas de aplicação no campo e que essas adições também aumentam a uniformidade nas concentrações e disponibilidade de nutrientes no produto final.

Além dos resultados positivos relatados anteriormente, Levrero (2009) citou os benefícios agronômicos do fertilizante organomineral: melhor desenvolvimento radicular e retenção de água no solo; recuperação da flora microbiana; baixa propensão à erosão; menor acidificação do solo, com redução do uso de calcário; custo operacional mais baixo com aplicação conjunta do produto orgânico e do mineral.

Para Tejada et al., (2005), a aplicação de um produto orgânico e um fertilizante mineral separadamente causa diversos problemas, como o alto custo de aplicação. No entanto, a aplicação combinada do fertilizante orgânico e inorgânico pode ser uma estratégia de manejo da fertilidade do solo em muitos países, pois, além de aumentar o rendimento das culturas, tem-se um maior efeito benéfico residual em relação ao uso de cada um dos fertilizantes, isoladamente (AKANDE et al., 2010). Neste sentido, Kiehl (2008) afirmou que o fertilizante organomineral apresenta um potencial químico reativo relativamente inferior ao fertilizante mineral, porém sua solubilização é gradativa no decorrer do período de desenvolvimento da cultura, quando sua eficiência agronômica pode se tornar maior se comparado às fontes minerais solúveis.

Os fertilizantes minerais que recebem tratamento artificial para dificultar sua solubilização no solo são classificados como "adubos de disponibilidade controlada". Os fertilizantes orgânicos já possuem naturalmente seu nitrogênio com disponibilidade controlada. Como o organomineral é preparado com síntese de minerais com matéria orgânica, o nitrogênio desta funciona com disponibilidade controlada, enquanto o nitrogênio do fertilizante mineral é de pronta assimilação. Essa combinação ideal de diferentes disponibilidades de nutrientes é que, na maioria dos casos, permite o

organomineral ser usado nas culturas de ciclo curto em uma só aplicação.

Bertani, 1998, trabalhando com a cultura da batata, verificou que a aplicação de 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ com fertilizante organomineral foi mais eficiente na produtividade em comparação com o superfosfato triplo e termofosfato Yoorim. Garcia et al. (2010), trabalhando com a variedade SP81-3250, em estágio de cana-planta, verificaram rendimentos equivalentes com o uso de fertilizante organomineral ou fertilizante mineral convencional.

Pesquisas vêm sendo realizadas para avaliar os efeitos de fertilizantes organominerais em diversas culturas, como soja, trigo e aveia (DUARTE et al., 2013, WIETHÖLTER et al., 1994); melão (FERNANDES et al., 2002); café (FERNANDES et al., 2007); milho (SOUSA et al., 2011, TEIXEIRA et al., 2011, TIRITAN et al., 2010), batata (ZEBARTH et al., 2012, CARDOSO et al., 2013), cana-de-açúcar (TEIXEIRA et al., 2012, SOUSA et al., 2012), feijão (MORESCHI et al., 2013) e interação lavoura-pecuária-floresta (FRANCO et al., 2013). A disponibilidade de nutrientes no solo pela aplicação do fertilizante organomineral também vem sendo estudada por alguns autores (SOUSA et al., 2013; BÜLL et al., 1999; SILVA et al., 2010; SCHIAVONI et al., 2011; STEINER et al., 2011).

Comparativamente aos fertilizantes minerais, ainda faltam experimentos de campo de longa duração que permitam avaliar com maior precisão a eficiência relativa desse tipo de fertilizantes. Os principais benefícios esperados são em relação à eficiência no fornecimento de P. Teoricamente espera-se maior eficiência em relação ao fornecimento de fósforo, em função da presença de grande quantidade de ânions orgânicos nos fertilizantes organominerais. Estes ânions orgânicos competem pelos sítios de adsorção de P, abundantes em solos tropicais, reduzindo momentaneamente a fixação desse nutriente, favorecendo a absorção pelas plantas. Espera-se ainda, aumento da atividade microbiana no entorno da área de aplicação do fertilizante organomineral devido ao fornecimento de energia para os microrganismos pela matéria orgânica contida no fertilizante. Efeitos adicionais sobre o crescimento de raízes, promovidos por compostos orgânicos presentes no fertilizante organomineral podem ocorrer, e essa é uma linha de pesquisa que merece especial atenção por parte dos órgãos de pesquisa (BENITES, 2010).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Áreas experimentais

Dez experimentos com fertilizante organomineral foram conduzidos entre os anos de 2011 e 2013 em condições de campo nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Goiás (FIGURA 1), com variações na classe textural dos solos, cultivares, clima e histórico de manejo.

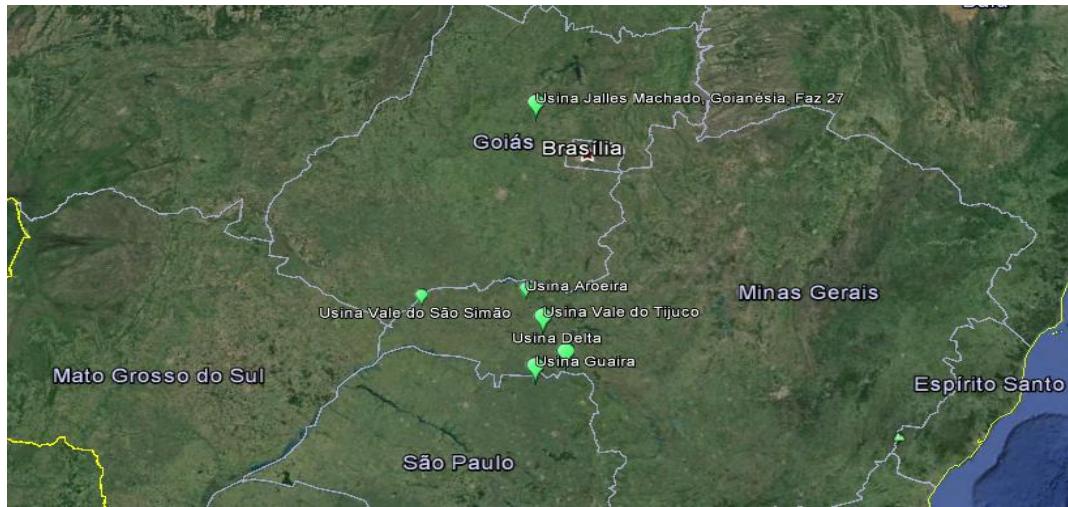


Figura 1. Locais onde foram instalados os experimentos

Todas as áreas foram conduzidas no sistema de colheita sem queima e com manutenção dos resíduos (palha) na superfície do solo. Um dos experimentos foi instalado em uma área que foi queimada antes da colheita, mas após a aplicação dos tratamentos, a área foi conduzida no sistema de colheita sem queima e com manutenção dos resíduos (palha) na superfície do solo, assim como as demais áreas. A descrição das áreas segue na Tabela 1.

3.2 Instalação dos experimentos

Em nove experimentos, as doses de organomineral foram definidas em função do tratamento com o fertilizante mineral recomendado em cada área experimental, sendo que nos experimentos em cana planta, foram aplicados 60, 80 e 100% da quantidade N e P₂O₅ aplicados via fertilizante mineral e nas áreas de cana soca foram aplicados 60, 80 e 100% da quantidade de N, P₂O₅ e K₂O aplicados via fertilizante

mineral além de um tratamento controle, sem a aplicação de fertilizantes para os experimentos instalados tanto em cana planta tanto em cana soca. O delineamento experimental desses experimentos foi em blocos ao acaso com cinco tratamentos e cinco repetições. Em um experimento, cana planta, foi aplicado três doses de P_2O_5 via fertilizantes mineral e organomineral além de um tratamento controle. Nesse caso, o delineamento experimental foi em blocos ao acaso, arranjados em um esquema fatorial $2 \times 3 + 1$, sendo dois fertilizantes (mineral e organomineral), três doses (54, 108 e 216 kg ha^{-1} de P_2O_5) e um tratamento controle, onde não se aplicou fertilizante no sulco de plantio e cinco repetições, totalizando 35 parcelas (TABELA 2 e 3).

Dos dez experimentos instalados, três foram instalados em cana planta: Usina Vale do Tijuco, Usina Guaíra e Usina Aroeira. Antes da instalação do experimento na Usina Vale do Tijuco, o solo recebeu a aplicação de três toneladas de calcário, foi gradeado e recebeu mais duas toneladas de calcário, uma tonelada e meia de gesso mais 100 kg ha^{-1} de P_2O_5 (fosfatagem). Após o preparo do solo, foi semeada a cultura da soja, a qual após completar seu ciclo foi colhida e a área sulcada para receber as mudas de cana-de-açúcar. A área onde o experimento da Usina Aroeira foi instalado tinha o histórico de cultivo de braquiária. A área recebeu duas toneladas de calcário, uma tonelada de gesso, posteriormente gradeada e semeada a cultura da soja. Após a soja completar seu ciclo, foi colhida e a área sulcada para receber as mudas de cana-de-açúcar. Já a área da Usina Guaíra era uma área de reforma de canavial, onde foram aplicados duas toneladas de calcário, uma tonelada de gesso, posteriormente gradeada e sulcada para receber as mudas de cana-de-açúcar.

As parcelas constaram de cinco (experimentos instalados nas usinas Delta, Vale do São Simão, Jalles Machado, Guaíra e Aroeira) e sete (experimento instalado na usina Vale do Tijuco) linhas de cana-de-açúcar, espaçadas de 1,4 (experimentos instalados nas usinas Delta e Vale do São Simão) e 1,5 cm (experimentos instalados nas usinas Vale do Tijuco, Jalles Machado, Aroeira e Guaíra) com 10 m (experimentos instalados nas usinas Delta e Jalles Machado), 12 m (experimentos instalados nas usinas Vale do Tijuco, Aroeira e Vale do São Simão) e 15 m (experimento instalado na usina Guaíra) de comprimento. A colheita de todas as áreas experimentais foi realizada manualmente (Figura 2) e a pesagem de cada parcela foi realizada empregando-se uma célula de carga marca Técnica modelo WT-3000 (FIGURAS 2 e 7). A palha residual foi distribuída de maneira homogênea sobre toda a área no caso dos experimentos que foram instalados na mesma área experimental colhida na safra anterior.

Tabela 1. Descrição e caracterização das áreas experimentais cultivadas com diferentes variedades de cana-de-açúcar e tipos de solo.

Experimento	Solo*	Ambiente de Produção	Variedade	Corte da cana			
				1º	2º	3º	4º
Instalação / Data da colheita							
1. Usina Vale do Tijuco (UVT)	Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, textura média	C1	SP80 3280	13/05/11 08/07/12	---	---	---
2. Usina Delta, cana crua (UDC)	Latossolo Vermelho férreico Epi, textura argilosa	C1	SP80 1816	---	29/09/11 12/07/12	---	---
3. Usina Delta, cana queimada (UDQ)	Latossolo Vermelho férreico Epi, textura argilosa	C1	SP80 1816	---	29/09/11 12/07/12	---	---
4. Usina Vale do São Simão (UVSS1)	Latossolo argissólico distrófico, textura média	C1	RB86 7515	---	06/09/11 24/05/12	---	---
5. Usina Vale do São Simão (UVSS2)	Neossolo Quartzarênico distrófico, textura arenosa	E2	CTC 15	---	08/06/11 30/05/12	---	---
6. Usina Vale do São Simão (UVSS3)	Neossolo Quartzarênico distrófico, textura arenosa	E2	CTC 15	---	---	03/07/12 06/05/13	---
7. Usina Jalles Machado1 (UJM)	Latossolo vermelho amarelo, eutrófico, textura argilosa	E1	IAC91 1099	---	---	19/07/11 29/06/12	---
8. Usina Jalles Machado2 (UJM)	Latossolo vermelho amarelo, eutrófico, textura argilosa	E1	IAC91 1099	---	---	---	22/08/12 03/06/13
9. Usina Guaíra (UAG)	Latossolo Vermelho acriférreico, textura argilosa	C1	RB86 7515	10/11/11 24/10/12	---	---	---
10. Usina Aroeira (BEA)	Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, textura média	D1	RB92 579	03/05/12 21/05/13	---	---	---

*Conforme EMBRAPA, 2006

Tabela 2. Tratamentos aplicados, doses dos fertilizantes mineral (M), organomineral (OM) e tratamento controle (C), sem aplicação de fertilizantes nas usinas de cana-de-açúcar onde os experimentos foram instalados.

Us. Vale do Tijuco			Us. Açucareira Guaíra			Us. Delta Cana Crua		
Fertilizante	Dose	N-P ₂ O ₅ -k ₂ O	Fertilizante	Dose	N-P ₂ O ₅ -k ₂ O	Fertilizante	Dose	N-P ₂ O ₅ -k ₂ O
	Dose	kg ha ⁻¹		Dose	kg ha ⁻¹		Dose	kg ha ⁻¹
C	0	0	C	0	0	C	0	0
M	200	20-108-00	M	250	25-135-00	M	450	99-00-81
	270	13-65-00		337	17-81-00		457	59-00-50
OM	360	18-86-00	OM	450	22-108-00	OM	610	79-00-67
	450	22-108-00		562	28-135-00		762	99-00-84
Us. Delta Cana Queimada			Us. Vale do São Simão 1			Us. Vale do São Simão 2		
C	0	0	C	0	0	C	0	0
M	450	85-00-117	M	540	86-27-130+4,3B	M	550	99-22-132
	540	54-00-70		540	52-16-78+2,7B		495	59-13-79
OM	720	72-00-94	OM	720	70-22-104+3,6B	OM	660	79-18-106
	900	90-00-117		900	86-27-130+4,5B		825	99-22-132
Us. Vale do São Simão 3			Us. Jalles Machado 1			Us. Jalles Machado 2		
C	0	0	C	0	0	C	0	0
M	400	64-20-96+1,6B	M	500	60-0-150	M	650	104-39-130
	400	38-12-58+1,2B		375	37,5-0-90		780	62-23-78
OM	533	51-16-77+1,6B	OM	500	50-0-120	OM	1040	83-31-104
	666	64-20-96+2,0B		625	62,5-0-150		1300	104-39-130

Formulações OM (organomineral) e M (Mineral): Us. Vale do Tijuco e Us. Guaíra = OM (5-24-00) e M (10-54-00); U. Delta, cana crua = OM (13-00-11) e M (22-00-18); U. Delta, cana queimada = OM (10-00-13) e M (19-00-26); Us. Vale do São Simão 1 = OM (9,6-03-14,4 + 0,5B) e M (16-05-24 + 0,8 B); Us. Vale do São Simão 2 = OM (12-2,7-16) e M (18-04-24); Us. Vale do São Simão 3 = OM (9,6-03-14,4 + 0,4B) e M (16-05-24 + 0,4 B); Us. Jalles Machado 1 = OM (10-00-24) e M (12-00-30); Us. Jalles Machado 2 = OM (8-3-10) e M (16-06-20);

Tabela 3. Tratamentos aplicados no experimento instalado na Bioenergética Aroeira (BEA), Tupaciguara – MG.

Experimento	Tratamentos	
	Fertilizante Mineral	Fertilizante OM
----- Doses de P ₂ O ₅ /Dose Fertilizante -----		
BEA	54 kg ha ⁻¹ , 100 kg ha ⁻¹ de MAP 108 kg ha ⁻¹ , 200 kg ha ⁻¹ de MAP 216 kg ha ⁻¹ , 400 kg ha ⁻¹ de MAP	54 kg ha ⁻¹ , 225 kg ha ⁻¹ de OM 108 kg ha ⁻¹ , 450 kg ha ⁻¹ de OM 216 kg ha ⁻¹ , 900 kg ha ⁻¹ de OM

Formulações OM (organomineral) e M (Mineral): Us. Vale do Tijuco e Us. Guaíra = OM (5-24-00) e M (10-54-00)

Os fertilizantes nas áreas de cana soca, experimentos de dois a oito, instalados nas usinas Delta, Vale do São Simão e Jalles Machado, foram aplicados manualmente um mês após a colheita anterior, superficialmente sobre a palha, sobre a linha de cana e sem incorporação. Os fertilizantes nas áreas de plantio (experimentos 1, 9 e 10), Usinas Vale do Tijuco, Guaíra e Bioenergética Aroeira, foram aplicados após a abertura dos sulcos de plantio, antes da distribuição manual dos colmos. A adubação de quebra lombo realizada nas áreas de plantio foram realizadas com a aplicação do fertilizante mineral em todos os tratamentos: 250 kg do fertilizante mineral 00-00-51 + 1,5% B nos experimentos um e dez (Usina Vale do Tijuco e Bioenergética Aroeira), 400 kg ha⁻¹ fertilizante mineral 15-00-30 + 1% B no experimento 9 (Usina Guaíra).

O fertilizante organomineral peletizado usado nos experimentos (FIGURA 8) foi produzido pela empresa Geociclo Biotecnologia S/A, com sede em Uberlândia, MG. A partir do composto gerado pelo processo de compostagem assistida da Geociclo, este recebe uma carga mineral de nutrientes solúveis (ureia, MAP e cloreto de potássio), quando os micronutrientes são adicionados, as fontes são ulexita para o fornecimento de boro e os demais micronutrientes através de oxi-sulfatos e passa por um processo industrial elaborado de transformação em organomineral. Estes fertilizantes são produzidos utilizando um polímero orgânico biodegradável solúvel em água, que tem a função de proporcionar a liberação gradual dos nutrientes. Esse polímero orgânico biodegradável retém a fase mineral do fertilizante dentro de uma matriz orgânica porosa ("pellets" de matéria orgânica). O processo de fabricação do organomineral desenvolvido pela empresa é flexível e permite uma ampla gama de formulações diferentes de organomineral a partir de resíduo orgânico proveniente da torta de filtro. A composição dos fertilizantes organominerais utilizados é apresentada na Tabela 04.



Figura 2: Detalhe da colheita das parcelas, usina vale do Tijuco, Uberaba – MG,



Figura 3: Pesagem da cana com célula de carga, us. Vale do São Simão, Santa Vitória – MG,



Figura 4: Detalhes da pesagem das parcelas em 29 de junho de 2012, Usina Jalles Machado, Goianésia – GO



Figura 5: Detalhe da célula de carga no momento da pesagem, Usina Jalles Machado, Goianésia – GO



Figura 6: Detalhes das parcelas colhidas em 12 de julho de 2012, usina Delta, Delta – MG



Figura 7: Detalhe das medidas de altura de planta da cana-de-açúcar, Usina Delta, Delta – MG



Figura 8. Organomineral peletizado produzido pela empresa Geociclo Biotecnologia S/A.

Tabela 04. Parâmetros físico-químicos, base úmida, dos fertilizantes organominerais utilizados nos experimentos.

Análises*	Formulações Organominerais						
	05-24-0	13-0-11	10-0-13	9,6-3-14,4	12-2,7-16	10-0-24	08-3-10
pH	4,9	5,8	6,8	6,0	5,9	6,4	5,3
D	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,7
Um	6,7	10,6	4,4	6,0	6,9	4,1	9,6
CO	9,5	10,6	11,0	13,8	11,9	9,7	13,2
N	5,6	12,4	11,0	10,6	11,4	9,9	8,3
P	24,9	0,8	0,9	3,0	2,9	0,7	3,2
K	0,8	11,9	13,4	14,8	16,4	23,8	10,5
CTC	163,9	172,9	180,4	143,6	187,5	140,5	234,6

*Determinações, pH em CaCl_2 ; D= densidade, g cm^{-3} ; Um = umidade, %; CO = carbono orgânico, %; N = Nitrogênio total, %; P = P_2O_5 total, %; K = Potássio total, %; CTC = Capacidade de Troca Catiônica, mmol kg^{-1}

3.2 Avaliações no campo e coleta periódica de material vegetal

Na ocasião da colheita da cana-planta e soqueiras foram feitas avaliações de altura de plantas, obtidas através da medida de 10 colmos, escolhidos ao acaso na área útil da parcela. Sendo que esta medida correspondeu à altura do colmo desde o nível do

solo até o TVD (*top visible dewlap*), isto é, última lígula visível, que corresponde à terceira folha a partir do ápice.

Para a análise foliar de N, P e K foram feitas coletas a campo: 232 dias no experimento 1 (Usina Vale do Tijuco) , 210 dias nos experimentos 5 (Usina Vale do São Simão 2, 2º corte), 8 (Usina Jalles Machado 2, 4º corte) e 10 (Usina Aroeira), aos 180 dias nos experimentos 7 (Usina Jalles Machado 1, 3º corte), 2 (Usina Delta, cana crua), 3 (Usina Delta, cana queimada), 6 (Usina Vale do São Simão 3) e aos 124 dias nos experimentos 4 (Usina Vale do São Simão 1) e 9 (Usina Guaíra). Cada amostra foi composta pelo terço médio de 10 folhas (TVD) (KORNDORFER; RAMOS, 2008). Essas amostras foram lavadas em solução contendo água e detergente neutro, posteriormente foram enxaguadas em água corrente e depois em água destilada. Retirou-se a nervura central de cada folha, acondicionando-as em sacos de papel com furos, as quais foram secas em estufa de circulação de ar, a 65 °C, até atingirem o peso constante. Após seco, o material foi moído em moinho tipo Willey, e acondicionado em sacos plásticos identificados até ser submetido à análise laboratorial.

3.3 Amostras de solo

Foram coletadas amostras de solo antes da instalação dos experimentos os quais estão descritos na tabela 5. Ao final do experimento, após as colheitas foram coletadas amostras de solo para acompanhar o efeito residual dos tratamentos. As amostras de solo foram coletadas com um trado holandês em cada parcela experimental na profundidade de 0 a 20 cm, coletada sobre a linha da cana-de-açúcar (FIGURA 9).



Figura 9. Coleta das amostras de solo sob a linha da cana-de-açúcar, Usina Guaíra-SP.

Tabela 05. Caracterização química das amostras de solo, coletados na profundidade de 0-20 cm nos locais onde foram instalados os experimentos.

Local	pH	P	K ⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	t	T	V	m	M.O.
		- mg dm ⁻³ -			----- cmol _c dm ⁻³ -----					--- % ---		g kg ⁻¹
UVT	4,9	12,5	15,6	0,06	1,9	0,7	2,64	2,7	5,5	48	2,27	28
UDC	5,0	20,0	15,2	0,16	1,3	0,4	1,74	1,9	4,7	38	8,42	33
UDQ	5,0	20,0	15,2	0,16	1,3	0,4	1,74	1,9	4,7	38	8,42	33
UVSS1	4,7	4,0	23,4	0,14	1,6	0,9	2,56	2,7	6,0	43	5,18	16
UVSS2,3	5,4	2,0	27,3	0,13	2,1	0,7	2,87	3,0	4,4	66	4,33	12
UJM	4,4	5,0	22,0	0,14	2,5	1,2	3,76	3,9	6,6	56	3,59	26
UAG	5,2	33	39,0	0,12	2,9	1,2	4,18	4,3	8,1	56	2,79	20
BEA	5,1	8,0	27,0	0,03	1,3	0,7	2,07	2,1	4,3	48	1,43	23

pH – CaCl₂; P1 - Extrator Resina de troca catiônica; Ca, Mg e Al - Extrator KCl 1 mol L-1; K - Extrator Mehlich (HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N); t - CTC efetiva; T - CTC potencial (a pH 7,0); V - saturação por bases; m - saturação por alumínio (Embrapa, 1999). Mo – método colorimétrico.

3.4 Análise econômica, lucratividade

Utilizando a diferença de produtividade entre os tratamentos que receberam aplicação de fertilizante organomineral e o tratamento que recebeu adubação mineral (dose recomendada para a área experimental) calculou-se o lucro estimado levando em consideração o custo de aplicação desses fertilizantes, o ganho de produtividade pela aplicação do fertilizante organomineral em relação ao mineral e o preço médio pago pela tonelada de cana-de-açúcar.

3.5 Análises tecnológicas das amostras de cana-de-açúcar

Para realização da análise das variáveis tecnológicas nos experimentos, foram coletadas, ao acaso, dez plantas de cana de cada parcela experimental. Os colmos, coletados no final do experimento, foram analisados nos Laboratórios de Análises Tecnológicas das respectivas usinas, considerando a análise do Brix do Caldo, Fibra da Cana, Pol do Caldo, Pol da cana, Pureza da Cana e ATR. Para tanto, adotou-se a metodologia descrita por Copersucar (1980). Essas variáveis podem ser descritas como (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 $POL/Brix \times 100$. 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.

ATR: Açúcares totais recuperáveis expressos em açúcares redutores

Com base na variável tecnológica Pol % cana (PCC) e na produtividade da cana-de-açúcar, calculou-se o total de açúcar produzido por hectare (TAH) nos experimentos.

3.6 Análise estatística

Os dados obtidos foram inicialmente testados quanto às pressuposições de normalidade dos resíduos (teste de Shapiro-Wilk) e homogeneidade entre as variâncias (teste de Levene), utilizando o programa SPSS versão 17.0 (SPSS, 2008). Depois de testado às pressuposições de normalidade dos resíduos e homogeneidade entre as variâncias, os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Para análise de produtividade, as médias dos tratamentos foram comparadas por meio do teste de Dunnet utilizando o programa SPSS versão 17.0 (SPSS, 2008), ao nível de significância de 10%. Os resultados quantitativos foram submetidos à análise de regressão e as demais variáveis foram comparadas pelo teste de Tukey, utilizando o programa SISVAR (FERREIRA 2008) ao nível de significância de 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Teores de fósforo e potássio no solo nos experimentos instalados em cana planta e cana soca

Não houve incremento significativo na disponibilidade de P e K no solo pela utilização do fertilizante mineral (M) ou fertilizante organomineral (OM), em cana-planta e cana-soca, na profundidade de 0-20 cm, com exceção da disponibilidade de K nos experimentos instalados na UVSS2, 3º corte, onde as doses de organomineral aplicados levaram a uma maior disponibilidade desse elemento comparado com o controle (C) e no experimento instalado na UJM, 4º corte, onde foram observados maiores teores de K nos tratamentos com fertilizante mineral e organomineral nas doses correspondentes a 80 e 100% de potássio em relação ao fertilizante mineral (Tabelas 06 e 07).

Apesar da não diferença estatística nos teores de fósforo no solo nos experimentos, quando comparado o fertilizante mineral com o fertilizante organomineral na mesma quantidade de fósforo (100 %), observa-se incrementos de 20,4%, 14,2%, 9,4%, 27,4%, 17,6% e 47,5% nos experimentos instalados na Usina Delta cana crua, Usina Delta cana queimada, Usina Vale do São Simão 2 (3º corte), Usina Jalles Machado (3º e 4º corte) e Usina Açucareira Guaíra, respectivamente (TABELA 6).

Tabela 6. Teores de fósforo no solo dos locais onde os experimentos foram instalados, extrator resina de troca catiônica, coletados no final dos experimentos, após a colheita.

Tratamento	% NPK em relação ao fertilizante M	Locais				
		UDC	UDQ	UVSS2	UJM	UJM
				3º corte	3º Corte	4º corte
					mg dm ⁻³	
C	0	42,5	52,1	9,6	35,4	24,9
	100	30,9	56,9	12,7	24,0	20,5
OM	60	30,0	34,4	10,4	31,3	25,7
	80	35,4	57,3	13,1	31,3	24,3
	100	37,2	65,0	13,9	30,6	24,1
	CV	31,4	49,8	30,7	64,9	45,3
	DMS	21,4	51,3	7,1	38,4	21,0
						53,4

Tabela 7. Teores de potássio no solo dos locais onde os experimentos foram instalados, Extrator Mehlich (HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N), coletados no final dos experimentos, após a colheita.

Tratamento % NPK em relação ao fertilizante M	Locais					
	UDC	UDQ	UVSS2 3º corte	UJM 3º Corte	UJM 4º corte	UAG
	----- cmol _c dm ⁻³ -----					
C	0	0,06	0,14	0,05 b	0,21	0,21 b
M	100	0,06	0,11	0,08 ab	0,27	0,31 a
	60	0,05	0,12	0,10 a	0,24	0,21 b
OM	80	0,07	0,14	0,10 a	0,26	0,26 ab
	100	0,07	0,13	0,10 a	0,23	0,26 ab
CV	30,1	38,3	20,39	19,4	19,6	14,04
DMS	0,03	0,09	0,04	0,09	0,09	0,08

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Na cana planta, experimento instalado na usina Aroeira (BEA), o solo na profundidade de 0-20 cm, não apresentou diferença entre os teores de potássio quando aplicados o fertilizante mineral e o organomineral, já para os teores de fósforo, verificou-se maior disponibilidade de P no tratamento organomineral em comparação ao mineral na dose de 216 kg ha⁻¹ de fósforo (Tabela 08).

Tabela 8. Teores de fósforo, extrator resina de troca catiônica e potássio no solo, Extrator Mehlich (HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N), coletados no final do experimento instalado no local 8, Usina Aroeira, Tupaciguara - MG.

Dose N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O	Fertilizantes			
	Mineral	Organomineral	Mineral	Organomineral
	P		K	
kg ha ⁻¹	----- mg dm ⁻³ -----			
0	7,4		0,09	
10-54-00	6,6 a	7,2 a	0,07	0,08
20-108-00	7,2 a	10,8 a	0,08	0,08
40-216-00	8,0 b	16,4 a	0,08	0,08
CV	34		32	
DMS	4,3		0,02	

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

A única diferença significativa encontrada para os teores de P foi no experimento instalado na Usina Aroeira com a aplicação de 216 kg ha⁻¹ de P₂O₅, observando-se maiores teores de P quando se aplicou o fertilizante organomineral (TABELA 8). Provavelmente essa resposta ocorreu devido ao baixo teor de fósforo na área

experimental, 8 mg dm⁻³ (TABELA 4). Nos experimentos instalados em cana planta, não houve resposta para os teores de potássio no solo (TABELAS 7 e 8), isso já era esperado porque não se aplicou potássio na ocasião do plantio e todos os tratamentos receberam a mesma quantidade de potássio no quebra lombo, o qual foi aplicado via fertilizante mineral.

O fato de não se observar diferença entre os fertilizantes 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).

De acordo com Cantarella et al., (1992), a liberação de P de materiais orgânicos é relativamente mais lenta, mas mesmo assim foi equivalente à adubação mineral, sendo suficiente para a efetiva mineralização do nutriente durante o período de condução do experimento avaliado. Resultados semelhantes foram obtidos por Wiethölter et al. (1994), que encontraram diferenças no teor de P no solo entre os fertilizantes minerais e organominerais, com tendência apresentada pelo organomineral de conferir teores médios maiores de P ao solo.

Com o passar do tempo, a melhoria da disponibilidade de fósforo (P) do solo pela fertilização com fertilizantes produzidos com associação 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) cita 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 do fertilizante organomineral diminui a adsorção e aumenta a 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 fertilizantes produzidos a base de 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.

Vários resultados de pesquisa atribuem o aumento na disponibilidade de P em função da aplicação de matéria orgânica por meio da adsorção competitiva entre os ácidos orgânicos e o P, acarretando o bloqueio dos sítios de adsorção de fosfato no solo (SOUZA et al., 2006; MATIAS et al., 2010). Ao aplicar P mineral associado com uma fonte orgânica, ocorre uma redução na fixação do P pelos compostos minerais do solo, elevando a disponibilidade do nutriente para as plantas, uma vez que os carregadores orgânicos possuem a capacidade de melhorar a solubilidade dos compostos de P no solo formados após a aplicação do fertilizante, disponibilizando gradualmente o P, comparado com a sua aplicação sem a associação com fontes orgânicas (TIRITAN et al., 2010).

Levando em consideração que a coleta do solo foi realizada após o corte da cana, supõe-se que seja necessário avaliar os teores dos nutrientes nas safras seguintes para verificar os efeitos da aplicação dos mesmos, isso porque o efeito residual do organomineral 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.

Quando analisado os teores de potássio, verificou-se incrementos de 16,7%, 18,2%, 25% e 3,6% nos experimentos instalados nas usinas UDC, UDQ, UVSS (3º corte) e UAG, respectivamente (TABELA 7) quando comparado o fertilizante mineral e o organomineral na mesma quantidade de potássio aplicada. Assim como nos níveis de fósforo, não houve resposta ao potássio, isto pode ser explicado devido aos altos coeficientes de variação observados, mesmo com a aplicação de doses menores de potássio fornecidos pelo fertilizante organomineral, não houve diferenças entre os níveis de potássio do solo adubado com o fertilizante mineral, isso provavelmente devido a menor lixiviação do fertilizante organomineral.

Analizando a lixiviação de potássio (K), Bertol et al. (2011), avaliando a mobilidade de potássio em colunas de solo submetidas à adubação mineral ou orgânica, verificaram maior lixiviação de K com o uso do fertilizante mineral (KCl). Segundo

Kinpara (2003) a aplicação de sais de potássio de alta solubilidade, como o cloreto de potássio, facilita a lixiviação desse nutriente, especialmente, em solos arenosos e de baixa CTC.

A menor lixiviação do K com a aplicação dos fertilizantes organominerais deve-se possivelmente à ocorrência de sítios negativamente carregados no húmus constituinte dessas fontes, retendo o K numa forma trocável e tornando-o mais resistente à lixiviação. O aumento de cargas negativas conferido pela fração orgânica do fertilizante organomineral possivelmente fez com que a liberação do nutriente fosse gradual e a sua perda por lixiviação fosse diminuída (TEIXEIRA, 2013).

Teixeira, (2013), trabalhando com a lixiviação de potássio em função da textura do solo e do tipo de fertilizante (mineral e organomineral) verificou que 34% do nutriente fornecido pelo fertilizante mineral foi perdido por lixiviação, no solo de textura média e 40%, no solo de textura argilosa, segundo o autor, o K fornecido pelos fertilizantes organominerais lixiviou menos em ambos os solos, variando de 26 a 29% com a aplicação do organomineral 16-1-16 e de 26 a 34% com o organomineral 8-1-8, entre o solo de textura média e argilosa, respectivamente.

4.2 Produtividade, teor foliar e altura de plantas

4.2.1 Usina Vale do Tijuco

Não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos nas variáveis teor foliar (apesar da menor dose de NPK associado aos tratamentos com fertilizante organomineral) e altura de plantas no experimento instalado na usina Vale do Tijuco (TABELA 9). Embora não ter sido observado diferença significativa na produção de colmos, os tratamentos que receberam 80 e 100% de fósforo fornecidos pela adubação mineral via fertilizante organomineral influenciaram de forma positiva a produtividade da cana planta, sendo superiores ao tratamento com adubação mineral, produzindo 4% e 5% de colmos a mais, respectivamente. Não observou-se diferenças significativas na produtividade do tratamento controle em relação aos demais tratamentos (TABELA 10).

Provavelmente a não diferença de produtividade entre os tratamentos foi devido ao preparo da área que recebeu a aplicação de cinco toneladas de calcário, uma tonelada e meia de gesso mais 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (fosfatagem). Esse preparo forneceu condições necessárias para o desenvolvimento da cana planta em relação aos níveis de

fósforo, isso pode ser afirmado devido a produtividade alcançada pelo tratamento controle, onde não foi aplicado fertilizante no sulco de plantio.

Tabela 9. Teor foliar e altura da cana planta, pela aplicação do fertilizante Mineral MAP – 10-54-00, (M), e organomineral 05-24-00 (OM). Fazenda Aparecida Sobradinho, Var. SP80-3280 – Usina Vale do Tijuco, Uberaba – MG

Fertilizante	Dose	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Teor Foliar			Altura Planta
			N	P	K	
	kg ha ⁻¹	-kg ha ⁻¹	----- g kg ⁻¹ -----			m
C	0	0	19	2,0	21	3,3
M	200	20-108-00	19	2,1	22	3,4
	270	13-65-00	19	1,9	22	3,3
OM	360	18-86-00	19	1,7	23	3,4
	450	22-108-00	18	1,8	24	3,4
Raij & Cantarella, 1996			18-25	1,5-3,0	10-16	

Tabela 10. Produção de colmos pela aplicação de doses do fertilizante organomineral 05-24-00 (OM) comparados a produção de colmos pela aplicação do fertilizante mineral MAP – 10-54-00, (FM), e ao controle, sem aplicação de fertilizante. Fazenda Aparecida Sobradinho, Var. SP80-3280 – Usina Vale do Tijuco, Uberaba – MG

Fertilizante	Dose	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	OM	FM	Controle	
					----- t ha ⁻¹ -----	
					152,2	150,6
					Probabilidade, sig.	
Mineral	200	20-108-00	152,2	---	1,000 ^{ns}	
Controle	0	00-00-00	150,6	1,000 ^{ns}	---	
	270	13-65-00	151,7	1,000 ^{ns}	1,000 ^{ns}	
Organomineral	360	18-86-00	158,4	0,682 ^{ns}	0,623 ^{ns}	
	450	22-108-00	160,1	0,517 ^{ns}	0,463 ^{ns}	

* significativo e ^{ns} não significativo pelo teste de Dunnet a 0,10 de significância (sig).

4.2.2 Usina Guaíra

No experimento em cana planta instalado na UAG, observou-se diferenças significativas para a produção de colmos em relação ao tratamento com o fertilizante mineral onde foi aplicado o fertilizante organomineral com 60, 80 e 100% da quantidade de P₂O₅ fornecido pelo fertilizante mineral. A produção de colmos foi 7,3, 13,1 e 13,4% maior em relação ao fertilizante mineral com a aplicação de 60, 80 e

100% da quantidade de P_2O_5 fornecido pelo fertilizante mineral via fertilizante organomineral, respectivamente. Todos os tratamentos que receberam as doses do fertilizante organomineral produziram mais que o tratamento controle, que não diferenciou do tratamento que recebeu 250 kg ha^{-1} do fertilizante mineral MAP (TABELA 11). Na variável teor foliar e altura de plantas não houve diferenças significativas entre os tratamentos (TABELA 12).

Tabela 11. Produção de colmos pela aplicação de doses do fertilizante organomineral 05-24-00 (OM) comparados a produção de colmos pela aplicação do fertilizante mineral MAP – 10-54-00, (M), e ao controle, sem aplicação de fertilizante. Fazenda Santa Clara, talhão 4, Var RB 86 - 7515 – Us. Guaíra – Guaíra – SP

Fertilizante	Dose	Dose N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	OM	FM	Controle
					$t ha^{-1}$
Mineral	250	25-135-00	87,3	---	87,3
Controle	0	00-00-00	82,9	0,306 ^{ns}	82,9
	337	17-81-00	93,7	0,087 [*]	0,003 [*]
Organomineral	450	22-108-00	98,7	0,002 [*]	0,000 [*]
	562	28-135-00	99,0	0,002 [*]	0,000 [*]

* significativo e ^{ns} não significativo pelo teste de Dunnet a 0,10 de significância (sig).

Tabela 12. Teor foliar e altura da cana planta pela aplicação do fertilizante Mineral MAP – 10-54-00, (M), e organomineral 05-24-00 (OM). Fazenda Santa Clara, talhão 4, Var RB 86 - 7515 – Us. Guaíra – Guaíra – SP

Fertilizante	Dose	Dose N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Teor Foliar			Altura Planta
			N	P	K	
	$kg ha^{-1}$	$-kg ha^{-1}$	-----	$g kg^{-1}$	-----	m
C	0	0	19	1,9	14	2,7
M	250	25-135-00	19	1,9	14	3,0
	337	17-81-00	21	1,8	14	3,1
OM	450	22-108-00	19	1,8	15	3,3
	562	28-135-00	19	1,9	14	3,3
Raij & Cantarella, 1996			18-25	1,5-3,0	10-16	

4.2.3 Usina Aroeira

No experimento em cana planta instalado na BEA, observou-se diferenças significativas em todas as doses de P_2O_5 aplicadas, com maiores produção de colmos

nos tratamentos que receberam aplicação de fertilizante organomineral, com ganhos de 13,7, 11,7 e 11,9% na produção quando da aplicação de 54, 108 e 216 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente. Na variável teor foliar e altura de plantas não houve diferenças significativas entre os tratamentos (TABELA 13).

Tabela 13. Produtividade, teor foliar e altura de plantas da cana-de-açúcar, cana planta, variedade RB 92 – 579, em função da aplicação do fertilizante Mineral MAP – 10-54-00, (M), e organomineral 05-24-00 (OM). Usina Bioenergética Aroeira, Tupaciguara-MG.

Dose N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O -- kg ha ⁻¹ --	Produtividade		Teor foliar				Altura Planta	
	M	OM	M	OM	M	OM	M	OM
	----- t ha ⁻¹ -----		-----	-----	g kg ⁻¹	-----	---	---
0	108,1		26		1,9		14	
10-54-00	136,0 b	154,6 a	25	26	1,9	1,9	13	14
20-108-00	141,0 b	157,5 a	25	25	1,9	1,9	15	13
40-216-00	149,7 b	167,5 a	26	25	2,1	2,0	14	13
Média	142,2	159,9					3,0	3,1
	Raij & Cantarella, 1996		18-25	1,5-3,0	10-16			

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. CV 6%, DMS 9,99

4.2.4 Usina Delta, Cana Crua

Houve diferenças significativas de produtividade com a aplicação dos tratamentos na cana soca, cana crua, no experimento instalado na usina UDC. A tabela 14 revela que apesar da não diferença estatística, houve aumento de 12% na produtividade com a aplicação do fertilizante mineral em relação ao tratamento controle. Houve ganhos de produtividade de 6,8, 12,8 e 14,9 % nos tratamentos com 60,80 e 100% de NPK em relação a quantidade de nutrientes fornecido pelo fertilizante mineral via fertilizante organomineral em relação ao tratamento com fertilizante mineral. A produtividade com a aplicação da mesma quantidade de nutrientes do fertilizante mineral aplicado via fertilizante organomineral se mostrou mais eficiente que a adubação tradicional realizada com a aplicação do fertilizante mineral. Todos os tratamentos que receberam o fertilizante organomineral, independente da dose, se mostraram superiores ao tratamento controle, que não recebeu aplicação de fertilizante (TABELA 14). Na variável teor foliar, apesar da menor dose de NPK associado aos tratamentos com fertilizante organomineral e altura de plantas não houve diferenças

significativas quando comparado os dados obtidos com o fertilizante mineral e doses do fertilizante organomineral, tabela 15.

Tabela 14. Produção de colmos da cana soca, cana crua, 2º corte, pela aplicação de doses do fertilizante organomineral 13-00-11 (OM) comparados a produção de colmos pela aplicação do fertilizante mineral 22-00-18, (FM), e ao controle, sem aplicação de fertilizante. Fazenda Veadinho, Var. SP 1816 – Usina Delta, Delta – MG.

Fertilizante	Dose	Dose N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	OM	FM	Controle
			----- t ha ⁻¹ -----	82,1	73,3
Mineral	450	99-00-81	82,1	---	0,214 ^{ns}
Controle	0	00-00-00	73,3	0,214 ^{ns}	---
Organomineral	457	59-00-50	87,7	0,566 ^{ns}	0,022 [*]
	610	79-00-67	92,6	0,110 ^{ns}	0,002 [*]
	762	99-00-84	94,3	0,050 [*]	0,001 [*]

* significativo e ^{ns} não significativo pelo teste de Dunnet a 0,10 de significância (sig).

Tabela 15. Teor foliar e altura da cana soca, cana crua, 2^a corte, em função da aplicação do fertilizante Mineral 22-00-18 (M) e do fertilizante Organomineral 13-00-11 (OM). Fazenda Veadinho, Var. SP 1816 – Usina Delta, Delta – MG.

Fertilizante	Dose	Dose N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Teor Foliar			Altura Planta
			N	P	K	
	kg ha ⁻¹	-kg ha ⁻¹	----- g kg ⁻¹ -----			m
C	0	0	18	2,1	16	2,2
M	450	99-00-81	16	1,8	16	2,4
	457	59-00-50	16	2,1	16	2,3
OM	610	79-00-67	16	2,1	18	2,4
	762	99-00-84	20	2,0	15	2,5
Raij & Cantarella, 1996			18-25	1,5-3,0	10-16	

4.2.5 Usina Delta, Cana Queimada

Já na cana queimada, (UDQ), verificou-se diferenças significativas com aumento de 15,5% na produtividade com a aplicação do fertilizante mineral em relação ao tratamento controle. Apesar de não haver diferenças significativas, observou-se ganhos de produtividade de 2,8 % do tratamento organomineral com a mesma quantidade de NPK da adubação convencional em relação ao tratamento com fertilizante mineral. Todos os tratamentos apresentaram produtividades superiores ao tratamento controle (TABELA 16). Na variável teor foliar, apesar da menor dose de NPK associado aos

tratamentos com fertilizante organomineral e altura de plantas não houve diferenças significativas entre os tratamentos (TABELA 17).

Tabela 16. Produção de colmos da cana soca, cana queimada, 2º corte, pela aplicação de doses do fertilizante organomineral 10-00-13 (OM) comparados a produção de colmos pela aplicação do fertilizante mineral 19-00-26, (FM), e ao controle, sem aplicação de fertilizante. Fazenda Veadinho, Var. SP 1816 – Usina Delta, Delta – MG.

Fertilizante	Dose	Dose N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	OM	FM	Controle
			----- t ha ⁻¹ -----		
			107,0	92,6	
			Probabilidade, sig.		
Mineral	450	85-00-117	107,0	---	0,020*
Controle	0	00-00-00	92,6	0,020*	---
	540	54-00-70	104,7	0,961 ^{ns}	0,054*
Organomineral	720	72-00-94	106,0	0,998 ^{ns}	0,030*
	900	90-00-117	110,0	0,904 ^{ns}	0,005*

* significativo e ^{ns} não significativo pelo teste de Dunnet a 0,10 de significância (sig).

Tabela 17. Teor foliar e altura da cana soca, cana queimada, 2^a corte, em função da aplicação do fertilizante Mineral 19-00-26 (M) e do fertilizante Organomineral 10-00-13 (OM) Fazenda Veadinho, Var. SP 1816 – Usina Delta, Delta – MG.

Fertilizante	Dose	Dose N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Teor Foliar			Altura Planta
			N	P	K	
	kg ha ⁻¹	-kg ha ⁻¹	----- g kg ⁻¹ -----			m
C	0	0	17	1,8	16	2,4
M	450	85-00-117	18	2,0	16	2,7
	540	54-00-70	19	2,0	16	2,6
OM	720	72-00-94	19	1,6	16	2,6
	900	90-00-117	18	1,8	16	2,6
Raij & Cantarella, 1996			18-25	1,5-3,0	10-16	

4.2.6 Usina Vale do São Simão 1 – UVSS1, Fazenda Ribeirão dos Patos

A Tabela 18 revela que não houve aumento significativo de produtividade do tratamento com fertilizante mineral em relação ao tratamento controle. Houve ganhos de produtividade nos tratamentos com fertilizante organomineral de 0,4, 1,8 e 4,1%, com a aplicação de 60, 80 e 100% de NPK, respectivamente, em relação ao tratamento com fertilizante mineral, apesar de que ganhos estatisticamente significativos de produtividade terem sido observados apenas no tratamento que recebeu a mesma

quantidade de nutrientes do fertilizante mineral aplicado via fertilizante organomineral. Todos os tratamentos que receberam adubação com fertilizante organomineral produziram mais que o tratamento controle, sendo observado diferenças significativas (TABELA 18). Na variável teor foliar, apesar da menor dose de NPK associado aos tratamentos com fertilizante organomineral e altura de plantas não houve diferenças significativas entre os tratamentos (TABELA 19).

Tabela 18. Produção de colmos da cana soca, 2º corte, pela aplicação de doses do fertilizante organomineral 9,6-3,0-14,4/0,5%B (OM) comparados a produção de colmos pela aplicação do fertilizante mineral 16-05-24/0,8%B, (FM), e ao controle, sem aplicação de fertilizante. Fazenda Ribeirão dos Patos, Var. RB 86-7515 – Usina Vale do São Simão, Santa Vitória – MG.

Fertilizante	Dose	Dose N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	OM	FM	Controle
			----- t ha ⁻¹ -----	137,7	132,8
Mineral	540	86-27-130+4,3B	137,7	---	0,132 ^{ns}
Controle	0	00-00-00/00	132,8	0,132 ^{ns}	---
	540	52-16-78+2,7B	138,2	0,998 ^{ns}	0,088 [*]
Organomineral	720	70-22-104+3,6B	140,2	0,717 ^{ns}	0,019 [*]
	900	86-27-130+4,5B	143,4	0,089 [*]	0,001 [*]

* significativo e ^{ns} não significativo pelo teste de Dunnet a 0,10 de significância (sig).

Tabela 19. Teor foliar e altura da cana-soca em função da aplicação de fertilizante Organomineral 9,6-3,0-14,4/0,5%B, OM e Mineral 16-05-24/0,8%B, M, variedade RB86-7515 – Us. Vale São Simão/MG (Faz. Ribeirão Patos), Santa Vitória – MG.

Fertilizante	Dose	Teor Foliar			Altura Planta
		N	P	K	
	kg ha ⁻¹	-kg ha ⁻¹	----- g kg ⁻¹ -----		m
C	0	0	20	1,8	15 b
M	540	86-27-130+4,3B	20	1,9	21 a
	540	52-16-78+2,7B	21	1,9	17 ab
OM	720	70-22-104+3,6B	20	1,8	17 ab
	900	86-27-130+4,5B	20	1,8	16 ab
		Raij & Cantarella, 1996	18-25	1,5-3,0	10-16

4.2.7 Usina Vale do São Simão 2 – UVSS 2, Fazenda Macaúbas (2º corte)

Não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos que receberam doses do fertilizante organomineral em relação ao tratamento mineral na variável produção de colmos no experimento instalado na usina UVSS2, cana de 2º corte (TABELA 20).

Apesar de não ter sido observada diferença significativa, os tratamentos que receberam 80 e 100% de nutrientes fornecidos pela adubação mineral via fertilizante organomineral influenciaram de forma positiva a produtividade da cana soca, 2º corte, sendo superiores ao tratamento com adubação mineral, produzindo 6,3% e 8,8% de colmos a mais, respectivamente. Todos os tratamentos, tanto os que receberam fertilizante organomineral quanto o que recebeu fertilizante mineral foram mais produtivos que o tratamento controle (TABELA 20). Na variável teor foliar, apesar da menor dose de NPK associado aos tratamentos com fertilizante organomineral e altura de plantas não houve diferenças significativas entre os tratamentos (TABELA 21).

Tabela 20. Produção de colmos da cana soca, 2º corte, pela aplicação de doses do fertilizante organomineral 12-2,7-16 (OM) comparados a produção de colmos pela aplicação do fertilizante mineral 18-04-24, (FM), e ao controle, sem aplicação de fertilizante. Fazenda Macaúbas, Var. CTC 15 – Usina Vale do São Simão, Santa Vitória – MG.

Fertilizante	Dose	Dose N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	OM	FM	Controle
			----- t ha ⁻¹ -----	61,3	47,0
Mineral	550	99-22-132	61,3	---	0,016*
Controle	0	00-00-00	47,0	0,016*	---
	495	59-13-79	60,2	0,997 ^{ns}	0,025*
Organomineral	660	79-18-106	65,2	0,771 ^{ns}	0,002*
	825	99-22-132	66,7	0,540 ^{ns}	0,001*

* significativo e ^{ns} não significativo pelo teste de Dunnet a 0,10 de significância (sig).

Tabela 21. Teor foliar e altura da cana-soca, 2º corte, em função da aplicação de fertilizante Organomineral 12-2,7-16, OM e Mineral 18-04-24, M, variedade CTC 15 – Us. Vale São Simão/MG (Faz. Macaúbas), Santa Vitória – MG.

Fertilizante	Dose	Dose N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Teor Foliar			Altura Planta
			N	P	K	
	kg ha ⁻¹	-kg ha ⁻¹	----- g kg ⁻¹ -----			M
C	0	0	22	1,4	14	1,8
M	550	99-22-132	22	1,5	14	2,0
	495	59-13-79	19	1,5	14	1,9
OM	660	79-18-106	23	1,5	14	2,1
	825	99-22-132	20	1,5	14	2,1
Raij & Cantarella, 1996			18-25	1,5-3,0	10-16	

4.2.8 Usina Vale do São Simão 3 – UVSS 3, Fazenda Macaúbas (3º corte)

Assim, como no 2^a corte, não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos que receberam doses do fertilizante mineral em relação ao tratamento mineral na variável produção de colmos no experimento instalado na usina UVSS3, 3º corte (TABELA 22). Apesar de não ter sido observada diferença significativa, os tratamentos que receberam 80 e 100% de nutrientes fornecidos pela adubação mineral via fertilizante organomineral influenciaram de forma positiva a produtividade da cana soca, 3º corte, sendo superiores ao tratamento com adubação mineral, produzindo 5,9% e 7,6% de colmos a mais, respectivamente. Todos os tratamentos, tanto os que receberam fertilizante organomineral quanto o que recebeu fertilizante mineral foram mais produtivos que o tratamento controle (TABELA 22). Na variável teor foliar, apesar da menor dose de NPK associado aos tratamentos com fertilizante organomineral e altura de plantas não houve diferenças significativas entre os tratamentos (TABELA 23).

Tabela 22. Produção de colmos da cana soca, 3º corte, pela aplicação de doses do fertilizante organomineral 9,6-3,0-14,4/0,3%B (OM) comparados a produção de colmos pela aplicação do fertilizante mineral 16-05-24/0,4%B, (FM), e ao controle, sem aplicação de fertilizante. Fazenda Macaúbas, Var. CTC 15 – Usina Vale do São Simão, Santa Vitória – MG.

Fertilizante	Dose	Dose N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	OM	FM	Controle
			----- t ha ⁻¹ -----		
			64,6	41,8	
			Probabilidade, sig.		
Mineral	400	64-20-96+1,6B	64,6	---	0,006*
Controle	0	00-00-00/00	41,8	0,006*	---
	400	38-12-58+1,2B	60,6	0,907 ^{ns}	0,021*
Organomineral	533	51-16-77+1,6B	68,4	0,920 ^{ns}	0,002*
	666	64-20-96+2,0B	69,5	0,835 ^{ns}	0,001*

* significativo e ^{ns} não significativo pelo teste de Dunnet a 0,10 de significância (sig).

Tabela 23. Teor foliar e altura da cana-soca, 3º corte, em função da aplicação de fertilizante Organomineral 9,6-3,0-14,4/0,3%B, OM e Mineral 16-05-24/0,4%B, M, variedade CTC 15 – Us. Vale São Simão/MG (Faz. Macaúbas), Santa Vitória – MG.

Fertilizante	Dose	Teor Foliar			Altura Planta	
		N	P	K		
Dose	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	----- g kg ⁻¹ -----				
kg ha ⁻¹	-kg ha ⁻¹				M	
C	0	0	17	1,3	12	1,7
M	400	64-20-96+1,6B	18	1,6	12	2,0
	400	38-12-58+1,2B	17	1,3	12	1,9
OM	533	51-16-77+1,6B	17	1,4	12	2,0
	666	64-20-96+2,0B	17	1,4	12	2,0
Raij & Cantarella, 1996		18-25	1,5-3,0	10-16		

4.2.9 Usina Jalles Machado 1, Fazenda 27, 3º corte

Houve diferenças significativas de produtividade com a aplicação dos tratamentos na cana soca, 3º corte, no experimento instalado na usina Jalles Machado. A tabela 24 revela que houve significativas de todos os tratamentos que receberam fertilizantes tanto mineral quanto organomineral em relação ao tratamento controle, que não recebeu aplicação de fertilizantes. Houve ganhos de produtividade de 11,4; 18,4 e 20,6 % nos tratamentos com 60,80 e 100% de NPK em relação a quantidade de nutrientes fornecido pelo fertilizante mineral via fertilizante organomineral em relação ao tratamento com fertilizante mineral. A produtividade com a aplicação de 80% da quantidade de NPK e com a mesma quantidade de nutrientes do fertilizante mineral (100%) aplicado via fertilizante organomineral se mostrou mais eficiente que a adubação tradicional realizada com a aplicação do fertilizante mineral (TABELA 24). Na variável teor foliar, apesar da menor dose de NPK associado aos tratamentos com fertilizante organomineral e altura de plantas não houve diferenças significativas quando comparado os dados obtidos com o fertilizante mineral e doses do fertilizante organomineral, tabela 25.

Tabela 24. Produção de colmos da cana soca, 3º corte, pela aplicação de doses do fertilizante organomineral 10-00-24 (OM) comparados a produção de colmos pela aplicação do fertilizante mineral 12-00-30, (FM), e ao controle, sem aplicação de fertilizante. Fazenda 27, Bloco 1, Var. IAC 91-1099 – Us. Jalles Machado, Goianésia – GO

Fertilizante	Dose	Dose N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	OM	FM	Controle
			----- t ha ⁻¹ -----		
			93,8	81,7	
			Probabilidade, sig.		
Mineral	500	60-00-150	93,8	---	0,086*
Controle	0	00-00-00	81,7	0,086*	---
	375	37,5-0-90	104,5	0,145 ^{ns}	0,001*
Organomineral	500	50-0-120	111,1	0,011*	0,000*
	625	62,5-0-150	113,1	0,005*	0,000*

* significativo e ^{ns} não significativo pelo teste de Dunnet a 0,10 de significância (sig).

Tabela 25. Teor foliar e altura da cana soca, 3º corte, em função da aplicação de fertilizante Organomineral 10-00-24, OM e Mineral 12-00-30, M, fazenda 27, Bloco 1, Var. IAC 91-1099 – Us. Jalles Machado, Goianésia – GO.

Fertilizante	Dose	Dose N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Teor Foliar			Altura Planta
			N	P	K	
	kg ha ⁻¹	-kg ha ⁻¹	----- g kg ⁻¹ -----			M
C	0	0	18	1,9	15	2,2
M	500	60-0-150	18	2,0	17	2,3
	375	37,5-0-90	19	2,0	17	2,4
OM	500	50-0-120	20	2,0	16	2,4
	625	62,5-0-150	18	2,0	17	2,4
Raij & Cantarella, 1996			18-25	1,5-3,0	10-16	

4.2.10 Usina Jalles Machado 2, Fazenda 27, 4º corte

Verificou-se diferenças significativas de produtividade com a aplicação dos tratamentos na cana soca, 4º corte, no experimento instalado na usina Jalles Machado. A tabela 26 revela que houve significativas de todos os tratamentos que receberam fertilizantes tanto mineral quanto organomineral em relação ao tratamento controle, que não recebeu aplicação de fertilizantes. Houve ganhos de produtividade de 11,6; 21,5 e 23,8 % nos tratamentos com 60,80 e 100% de NPK em relação a quantidade de nutrientes fornecido pelo fertilizante mineral via fertilizante organomineral em relação

ao tratamento com fertilizante mineral. A produtividade com a aplicação de 80% da quantidade de NPK e com a mesma quantidade de nutrientes do fertilizante mineral aplicado via fertilizante organomineral se mostrou mais eficiente que a adubação tradicional realizada com a aplicação do fertilizante mineral (TABELA 26). Na variável teor foliar, apesar da menor dose de NPK associado aos tratamentos com fertilizante organomineral e altura de plantas não houve diferenças significativas quando comparado os dados obtidos com o fertilizante mineral e doses do fertilizante organomineral, tabela 27.

Tabela 26. Produção de colmos da cana soca, 4º corte, pela aplicação de doses do fertilizante organomineral 08-03-10 (OM) comparados a produção de colmos pela aplicação do fertilizante mineral 16-06-20, (FM), e ao controle, sem aplicação de fertilizante. Fazenda 27, Bloco 1, Var. IAC 91-1099 – Us. Jalles Machado, Goianésia – GO

Fertilizante		Dose	OM	FM	Controle
	Dose	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	----- t ha ⁻¹ -----		
Mineral	650	104-39-130	109,1	---	0,009*
Controle	0	00-00-00	88,6	0,090*	---
	780	62-23-78	121,8	0,444 ^{ns}	0,006*
Organomineral	1040	83-31-104	132,6	0,058*	0,001*
	1300	104-39-130	135,1	0,033*	0,000*

* significativo e ^{ns} não significativo pelo teste de Dunnet a 0,10 de significância (sig).

Tabela 27. Teor foliar e altura da cana soca, 4º corte, em função da aplicação de fertilizante Organomineral 08-03-10, OM e Mineral 16-06-20, M, fazenda 27, Bloco 1, Var. IAC 91-1099 – Us. Jalles Machado, Goianésia – GO.

Fertilizante	Dose		Teor Foliar			Altura Planta
	Dose	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	N	P	K	
	kg ha ⁻¹	-kg ha ⁻¹	----- g kg ⁻¹ -----			M
C	0	0	21	2,2	13	2,2
M	650	104-39-130	22	2,3	14	2,3
	780	62-23-78	21	2,1	13	2,4
OM	1040	83-31-104	21	2,1	13	2,4
	1300	104-39-130	21	2,3	13	2,5
		Raij & Cantarella, 1996	18-25	1,5-3,0	10-16	

Em relação à absorção foliar não houve diferença entre os tratamentos, apesar da menor dose de NPK associado aos tratamentos com fertilizante organomineral, ficando

todos os nutrientes dentro da faixa considerada adequada por Raij; Cantarella (1996), exceto para os teores de nitrogênio nos experimentos instalados na UDC e UVSS 3º corte, onde em alguns tratamentos observou-se valores menores que os considerados pelos autores que é de 18-25 g kg⁻¹. Este resultado revela que, apesar da menor dose de NPK dos tratamentos com organomineral, as plantas permaneceram adequadamente nutridas não havendo deficiência de nutrientes na média das parcelas. Este efeito está associado à presença da matéria orgânica no fertilizante organomineral o que potencializa a disponibilidade de NPK às plantas (Kiehl, 1985 e 1999).

A análise foliar não é um parâmetro muito utilizado para tomar decisões na adubação da cana de açúcar porque esse valor é muito suscetível a efeitos de diluição dos nutrientes, sendo assim, plantas que tiveram um maior desenvolvimento podem até apresentar menores valores de nutrientes no tecido foliar.

Em estudo com doses de K₂O em cultivo comercial de cana-de-açúcar, utilizando como fonte o KCl, Otto, Vitti e Luz (2010) observaram teores foliares de K semelhantes aos obtidos neste trabalho, acima de 11 g kg⁻¹ com aplicação única no plantio de 100 kg ha⁻¹ de K₂O. Por outro lado, Almeida Jr. et al. (2011), associando doses de torta de filtro e fertilizante mineral em cana-de-açúcar cultivada em vasos plásticos (10 L), observaram aumento dos teores foliares de K, atingindo valores acima da faixa considerada adequada para a cultura. Teores de K inferiores aos obtidos neste trabalho foram observados por Pancelli (2011), que aplicou doses de KCl de até 195 kg ha⁻¹ de K₂O em primeira soqueira de cana-de-açúcar e encontrou valores variando de 4 a 6 g kg⁻¹ na folha.

Ainda segundo Almeida Junior et al. (2011) as plantas de cana-de-açúcar responderam favoravelmente à adubação com torta de filtro, a qual aumentou o acúmulo de fósforo, potássio e cobre na parte aérea das plantas. Desta forma, recomendaram o uso de torta de filtro associada à adubação mineral, como maneira de maximizar o efeito sobre a produtividade e reduzir custos com fertilizantes minerais.

Invariavelmente a produtividade nos tratamentos que receberam fertilizante organomineral foram maiores que a do tratamento adicional que recebeu fertilizante mineral (TABELAS 10, 11, 13, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26). Esse resultado positivo está em parte relacionado ao fato do fertilizante organomineral em questão possuir NPK e matéria orgânica bioestabilizada no mesmo pellet, ou seja, não é uma mistura de grânulos onde se observa claramente o efeito de segregação. A superioridade do fertilizante organomineral usado nos experimentos em relação ao fertilizante mineral

está relacionada, sem dúvida, ao fornecimento contínuo de nutrientes à cultura ao longo do ciclo da cana proporcionado pelo efeito “slow release” do fertilizante organomineral e também devido a suas menores perdas de nutrientes por lixiviação e percolação no perfil de solo.

O efeito da liberação lenta de nutrientes deste organomineral é devido às condições de temperatura, pressão e umidade empregadas na transformação do mesmo em pellets. Desta forma, a fase mineral do fertilizante organomineral se encontra protegida dentro de uma matriz orgânica porosa o que previne a lixiviação do nitrogênio e potássio. Da mesma forma, esta matriz orgânica também previne o contato direto do fósforo com os óxidos presentes no solo, prevenindo, assim, a perda de fósforo por fixação. A matriz orgânica, quando em contato com o solo, é atacada pelos micro-organismos presentes no mesmo promovendo a sua mineralização. Desta forma, esta matriz orgânica vai diminuindo de tamanho e ao mesmo tempo liberando os nutrientes minerais de forma controlada, o que produz o efeito desejado de liberação lenta (slow release).

Santos (2009) estudando o enriquecimento da adubação fosfatada com torta de filtro na cana-de-açúcar, conclui que a produtividade de colmos (TCH) 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 (TCH) e na produtividade de sacarose por hectare (TPH).

Teixeira, (2013) chegou à conclusão que o fertilizante organomineral, produzido pela mistura entre torta de filtro e fertilizantes minerais convencionais posteriormente peletizados, pôde ser usado no cultivo de cana-de-açúcar com alta eficiência, proporcionando economia no uso de fertilizante mineral e incremento na produção de colmos, apresentando até 15% a mais de eficiência na produção de colmos de cana-de-açúcar em relação ao fertilizante mineral. Em trabalho realizado com fertilizante organomineral a partir de resíduos da indústria alcooleira, Santos et al. (2008) verificaram a viabilidade da substituição de parte do adubo mineral pela torta de filtro, reduzindo os custos da adubação fosfatada para a cana-planta.

4.3 Regressões polinomiais em função da aplicação de doses de fertilizantes organominerais

Não houve efeito de doses com a aplicação do fertilizante organomineral no experimento instalado na usina Vale do Tijuco, figura 10A

Observou-se aumento linear para a produtividade com as doses aplicadas de organomineral no experimento instalado na Usina Guaíra (UAG). Para o cálculo da dose equivalente entre fertilizante mineral e organomineral, isto é, a dose de fertilizante organomineral que produziria a mesma quantidade de cana do fertilizante mineral, foi realizada uma análise de regressão dos dados de produtividade no experimento instalado na UAG. Segundo a regressão da figura 10B, para cada quilograma de P_2O_5 aplicado via fertilizante organomineral, espera-se um incremento de 127 kg de colmos, pela equação, para produzir $87,3\text{ t ha}^{-1}$ de cana-de-açúcar, produtividade do mineral, seria necessário aplicar $31,7\text{ kg ha}^{-1}$ do OM 5-24-00, o que corresponde a 24% da quantidade de P_2O_5 fornecido pelo fertilizante mineral, figura 10B.

Houve interação entre doses e fontes de P_2O_5 sobre a produtividade da cana planta no experimento instalado na Bioenergética Aroeira (BEA). A produtividade máxima estimada de cana-de-açúcar foi de $172,5$ e $151,2\text{ t ha}^{-1}$ com a aplicação do fertilizante organomineral e mineral respectivamente. Para atingir a produtividade máxima de $172,5\text{ t ha}^{-1}$, a dose de P_2O_5 aplicada deveria ser de $166,2\text{ kg ha}^{-1}$ de P_2O_5 via fertilizante organomineral, $692,5\text{ kg ha}^{-1}$ da formulação 05-24-00, já para atingir a produtividade de $151,2\text{ t ha}^{-1}$ com a aplicação do fertilizante mineral, seria necessário aplicar 178 kg ha^{-1} de P_2O_5 , $329,6\text{ kg ha}^{-1}$ de MAP (FIGURA 10C).

Pela equação, curva de resposta do MAP, com a aplicação de $166,2\text{ kg ha}^{-1}$ de P_2O_5 , estima-se que a produtividade da cana-de-açúcar seria de $150,9\text{ t ha}^{-1}$. Como a produtividade com a aplicação do organomineral nessa mesma dosagem foi de $172,5\text{ t ha}^{-1}$ de cana, verifica-se um aumento de 14,3% na produção de colmos com a aplicação do fertilizante organomineral, figura 10C.

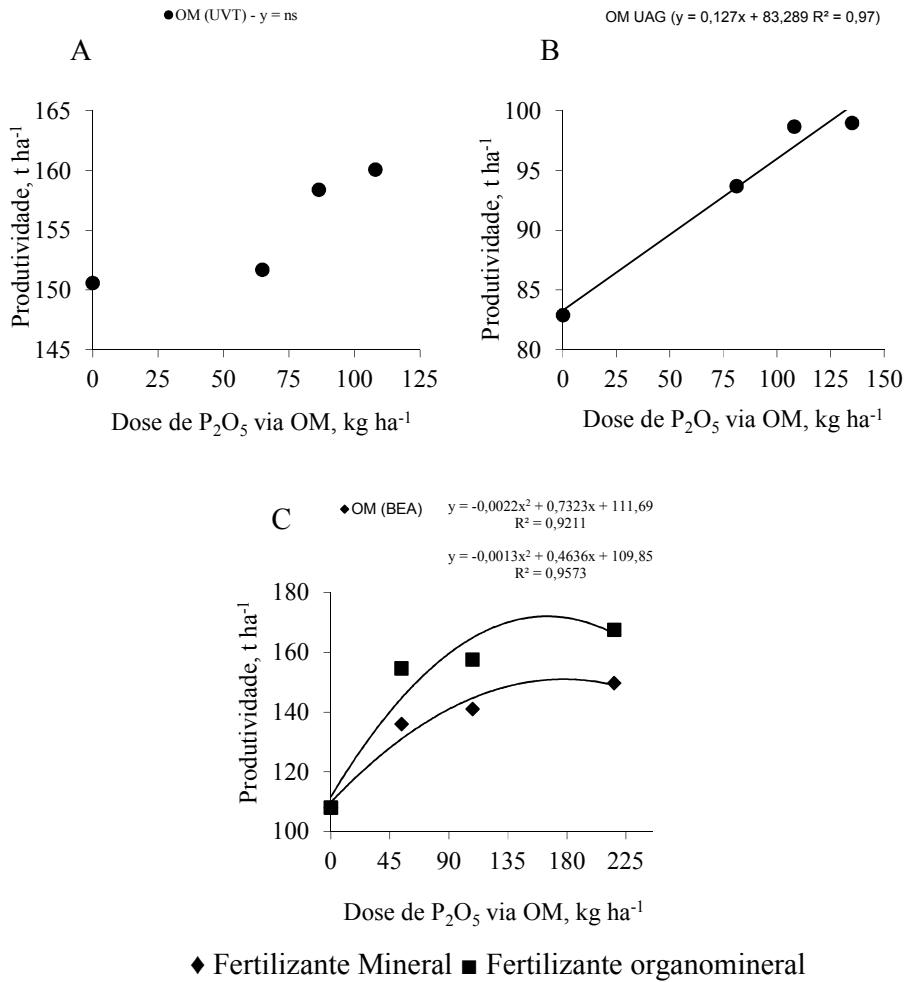


Figura 10. Efeito de doses de fertilizantes organominerais (05-24-00) na produção de colmos, cana planta, em experimentos instalados na Usina Vale do Tijuco - UVT, Uberaba - MG (A), Usina Guaíra - UAG, Guaíra - SP (B) e efeito de doses de fertilizantes minerais (10-54-00) e organominerais (05-24-00) na produção de colmos, Bioenergética Aroeira - BEA, Tupaciguara - MG (C).

Em todos os experimentos instalados em cana soca verificou-se ajuste linear para a produção de colmos (Figuras 11 e 12). No experimento instalado na UDC, figura 11(A), verificou-se que sem a aplicação de fertilizante a produtividade estimada foi de 73,8 t ha⁻¹ de cana-de-açúcar e para cada quilograma de fertilizante organomineral aplicado espera-se um incremento de 28,7 kg de cana-de-açúcar. Pela equação, pode-se concluir que em média 295,0 kg ha⁻¹ do fertilizante organomineral 13-00-11 produziriam os mesmos 82,1 t ha⁻¹ de cana-de-açúcar que foram obtidos experimentalmente com a aplicação de 450 kg ha⁻¹ do fertilizante mineral 22-00-18. Os

295,0 kg ha⁻¹ do fertilizante organomineral 13-00-11 corresponde a 39% do teor NPK em relação a 450 kg ha⁻¹ do mineral 22-00-18 (FIGURA 11A).

Já no experimento instalado em área de cana queimada, UDQ, verificou-se que sem a aplicação de fertilizante a produtividade estimada foi de 93 t ha⁻¹ de cana-de-açúcar e para cada quilograma de fertilizante organomineral aplicado espera-se um incremento de 19,1 kg de cana-de-açúcar. Pela equação, pode-se concluir que em média 737,4 kg ha⁻¹ do fertilizante organomineral 10-00-13 produziriam os mesmos 107,0 t ha⁻¹ de cana-de-açúcar que foram obtidos experimentalmente com a aplicação de 450 kg ha⁻¹ do fertilizante mineral 19-00-26. Os 737,4 kg ha⁻¹ do fertilizante organomineral Geociclo 10-00-13 corresponde a 84% do teor NPK em relação a 450 kg ha⁻¹ do mineral 19-00-26 (FIGURA 11B).

Na área experimental instalada na UVSS1, figura 11(C), verificou-se que sem a aplicação de fertilizante a produtividade estimada foi de 132,5 t ha⁻¹ de cana-de-açúcar e para cada quilograma de fertilizante organomineral aplicado espera-se um incremento de 11,3 kg de cana-de-açúcar. Pela equação, pode-se concluir que em média 458,4 kg ha⁻¹ do fertilizante organomineral 9,6-03-14,4+0,5%B produziriam os mesmos 137,7 t ha⁻¹ de cana-de-açúcar que foram obtidos experimentalmente com a aplicação de 540 kg ha⁻¹ do fertilizante mineral 16-05-24+0,8%B. Os 458,4 kg ha⁻¹ do fertilizante organomineral 9,6-03-14,4+0,5B corresponde a 51% do teor NPK em relação a 540 kg ha⁻¹ do mineral 16-05-24+0,8%B (FIGURA 11C).

Já no experimento instalado na UVSS2, 2º corte, figura 11(D), verificou-se que sem a aplicação de fertilizante a produtividade estimada foi de 47,4 t ha⁻¹ de cana-de-açúcar e para cada quilograma de fertilizante organomineral aplicado espera-se um incremento de 24,9 kg de cana-de-açúcar. Pela equação, 557 kg ha⁻¹ do fertilizante organomineral 12-2,7-16 produziriam os mesmos 61,3 t ha⁻¹ de cana-de-açúcar que foram obtidos com a aplicação de 550 kg ha⁻¹ do fertilizante mineral 18-04-24. Os 557 kg ha⁻¹ do fertilizante organomineral 12-2,7-16 corresponde a 67% do teor NPK em relação a 550 kg ha⁻¹ do mineral 18-04-24 (FIGURA 11D).

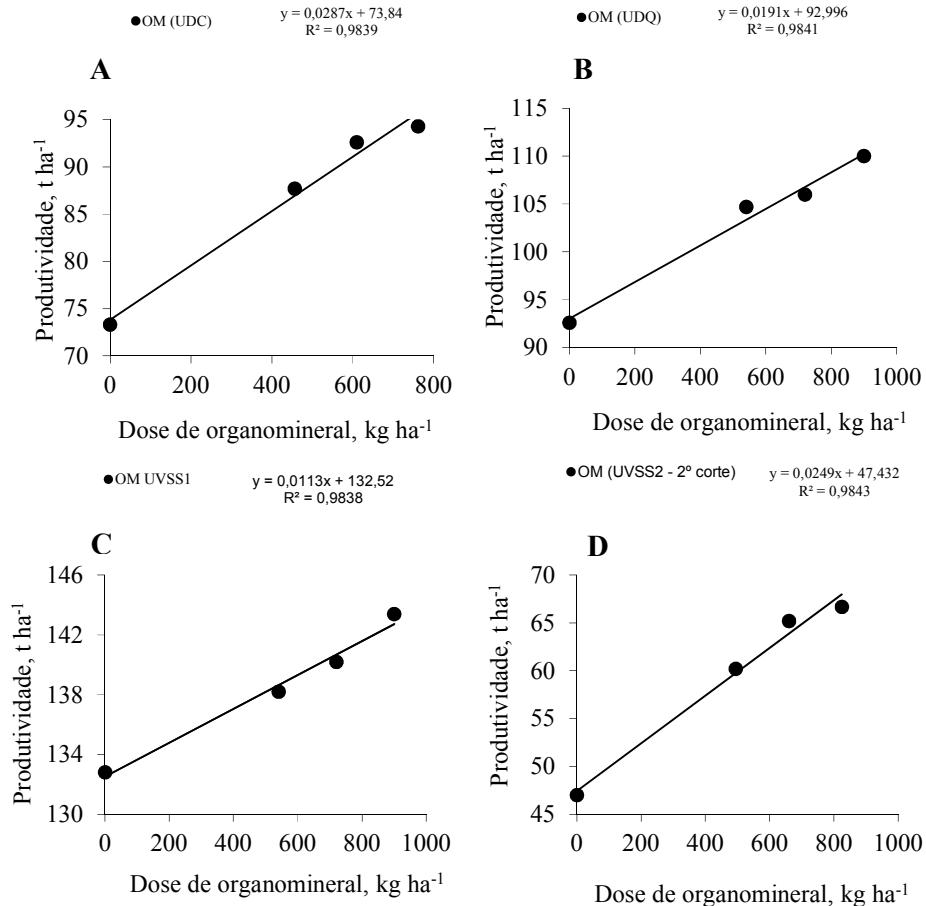


Figura 11. Efeito de doses de fertilizantes organominerais na produção de colmos em cana soca em experimentos instalados na Usina Delta – UDC (OM 13-00-11), Uberaba – MG (A), Usina Delta – UDQ (OM 10-00-13), Uberaba – MG (B), Usina Vale do São Simão (OM 9,6-03-14,4 + 0,5 B), Santa Vitória – MG, UVSS1 (C) e Usina Vale do São Simão2 (OM 12-2,7-16), 2º corte, Santa Vitória – MG, UVSS2 (D).

Na área experimental instalada na UVSS2, 3º corte, figura 12(A), verificou-se que sem a aplicação de fertilizante a produtividade estimada foi de $42,5 \text{ t ha}^{-1}$ de cana-de-açúcar e para cada quilograma de fertilizante organomineral aplicado espera-se um incremento de 44 kg de cana-de-açúcar. Pela equação, pode-se concluir 502 kg ha^{-1} do OM 9,6-3-14,4+0,3B, produziria $64,6$ toneladas de cana-de-açúcar, que foi a mesma produtividade com a aplicação de 400 kg ha^{-1} do mineral 16-05-24+0,4B. Os 502 kg ha^{-1} do OM 9,6-3-14,4+0,3B correspondem a 75% de NPK em relação a 400 Kg ha^{-1} do fertilizante mineral 16-05-24+0,4B (Figura 12A).

No experimento instalado na UJM, 3º corte, figura 12(B), verificou-se que sem a aplicação de fertilizante a produtividade estimada foi de $82,8 \text{ t ha}^{-1}$ de cana-de-açúcar e para cada quilograma de fertilizante organomineral aplicado espera-se um incremento

de 52,7 kg de cana-de-açúcar. Pela equação, 211,5 kg ha⁻¹ do fertilizante organomineral 10-00-24 produziriam os mesmos 93,8 t ha⁻¹ de cana-de-açúcar que foram obtidos experimentalmente com a aplicação de 500 kg ha⁻¹ do fertilizante mineral 12-00-30. Os 211,5 kg ha⁻¹ do fertilizante organomineral 10-00-24 corresponde a aproximadamente 35% do teor NPK em relação a 500 kg ha⁻¹ do mineral 12-00-30 (Figura 12B).

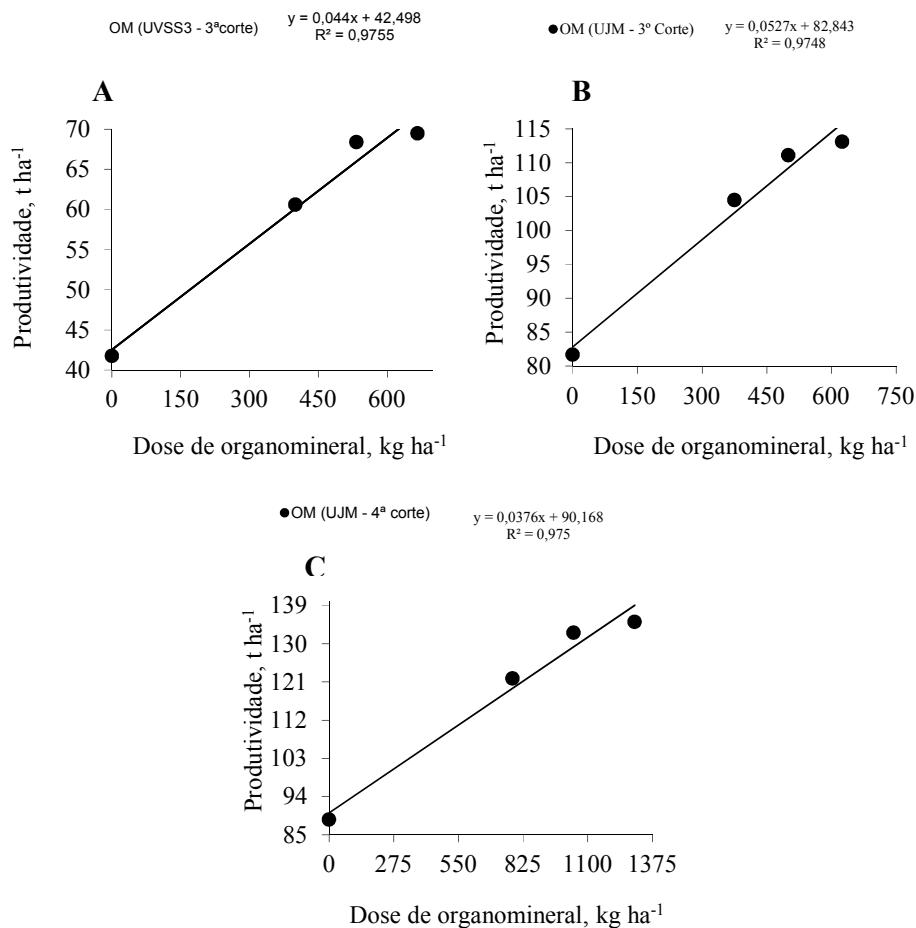


Figura 12. Efeito de doses de fertilizantes organominerais na produção de colmos em cana soca em experimentos instalados na Usina Vale do São Simão3 (OM 9,6-03-14,4 + 0,4B), 3º corte, Santa Vitória – MG, UVSS3 (A), Usina Jalles Machado (OM 10-00-24), 3º corte, Goianésia – GO (B) e Usina Jalles Machado (OM 08-03-10), 4º corte, Goianésia - GO (C)

Já no experimento instalado na UJM, 4º corte, figura 12(C), verificou-se que sem a aplicação de fertilizante a produtividade estimada foi de 90,17 t ha⁻¹ de cana-de-açúcar e para cada quilograma de fertilizante organomineral aplicado espera-se um incremento de 37,6 kg de cana-de-açúcar. Pela equação, 503,5 kg ha⁻¹ do organomineral

08-03-10, produziria 109,1 t ha⁻¹ de cana-de-açúcar, que foi a mesma produtividade com a aplicação de 650 kg ha⁻¹ do mineral 16-06-24. Os 503,5 kg ha⁻¹ do organomineral 08-03-10 corresponde a aproximadamente 39% de NPK em relação a 650 kg ha⁻¹ do mineral 16-06-24 (FIGURA 12C).

Na tabela 28 é apresentada a equivalência em NPK que poderia ser aplicado via fertilizante organomineral visando obter-se a mesma produção de colmos com a aplicação do fertilizante mineral calculado levando em consideração a curva de resposta da aplicação de doses do fertilizante organomineral e a produtividade obtida no tratamento com fertilizante mineral. Em média a aplicação de 51% de NPK via organomineral em relação a aplicação do fertilizante mineral (média de nove experimentos) levaria a mesma produtividade obtida com a aplicação do fertilizante mineral.

Tabela 28. Equivalência de dosagem do fertilizante organomineral para obter-se a mesma produção de colmos com a aplicação do fertilizante mineral

Experimento	Cidade	Estado	Equivalência
Usina Vale do São Simão 1			51%
Usina Vale do São Simão 2 (2º corte)	Santa Vitória	MG	67%
Usina Vale do São Simão 3 (3º corte)			75%
Usina Delta, cana crua	Delta	MG	39%
Usina Delta, cana queimada			84%
Usina Guaíra	Guaíra	SP	24%
Usina Aroeira	Tupaciguara	MG	46%
Usina Jalles Machado 1 (3º corte)	Goianésia	GO	35 %
Usina Jalles Machado 2 (4º corte)			39 %
Média			51 %

4.4 Lucro estimado

A partir da diferença de ganhos de produtividades e custos dos fertilizantes avaliados foi possível calcular o lucro estimado da utilização do fertilizante organomineral em relação ao fertilizante mineral. O preço do fertilizante mineral foi obtido na tabela de preço divulgada em setembro de 2013, média de três empresas. O valor do organomineral foi fornecido pela empresa Geociclo Biotecnologia S/A, a qual forneceu os fertilizantes para os experimentos, também com base na tabela de setembro de 2013. O valor do custo de aplicação dos fertilizantes foi fornecido pela usina Vale do Tijuco, Uberaba – MG. Para a diferença da receita gerada pela cana produzida nas doses do organomineral em relação ao mineral, foi considerado o preço da tonelada de cana a R\$ 52,00 (Cinquenta e dois reais), preço da cana comercializada em setembro de 2013, o qual foi multiplicado pela diferença de ganhos de produtividade (OM – Mineral) em t ha^{-1} e pelo fator 0,66, que faz referência ao custo do CCT (corte, carregamento e transporte da cana, do campo à usina). Nas tabelas 29 e 30 é apresentado o estudo para os experimentos instalados em cana planta.

Na UVT, a dose 270 kg ha^{-1} do fertilizante organomineral (60% do teor de P_2O_5 em relação ao fertilizante mineral) gerou um custo de R\$ 19,70 em relação ao fertilizante mineral, para as demais doses, observou-se lucros de R\$ 84,80 e R\$ 52,10 para as doses de 80% e 100% do teor de P_2O_5 em relação ao fertilizante mineral, respectivamente. Já no plantio realizado na UAG, observou-se em todas as doses uma maior lucratividade do organomineral em relação ao mineral independente da dose utilizada, gerando uma receita por hectare de R\$ 194,4, R\$ 231,2 e R\$ 106,9, para as doses de 60, 80 e 100% do teor de P_2O_5 em relação ao fertilizante mineral, respectivamente (TABELA 29).

Tabela 29. Cálculo do lucro estimado nos experimentos instalados em cana planta, Usina Vale do Tijuco (UVT) e Usina Guaíra (UAG) adubados com fertilizante mineral MAP (10-54-00), M, e organomineral (5-24-00), OM.

Local	Fertilizante	Dose	Custo*	A	B	C	D	E	F
		kg ha ⁻¹	----- R\$ ha ⁻¹ -----				t ha ⁻¹	---- R\$ ha ⁻¹ ----	
UVT	M	200	295,2	65,7	360,9	---	152,2	---	---
		270	311,6	69,0	380,6	19,7	151,7	0,0	-19,7
	OM	360	415,4	73,4	488,8	127,9	158,4	212,8	84,8
		450	519,3	77,8	597,1	236,2	160,1	288,3	52,1
UAG	M	250	369,0	68,1	437,1	---	87,3	---	---
		338	390,1	72,3	462,4	25,3	93,7	219,6	194,4
	OM	450	519,3	77,8	597,1	160,0	98,7	391,2	231,2
		562	648,5	83,2	731,7	294,6	99,0	401,5	106,9

*Valor do fertilizante mineral obtido na tabela de Setembro de 2013, média de três empresas. O valor do organomineral foi fornecido pela empresa Geociclo Biotecnologia S/A, tabela de setembro de 2013

A- Custo da aplicação do fertilizante (R\$ 85,00, considerando a aplicação de 600 kg ha⁻¹ de fertilizante e 66% desse valor como custo fixo)

B- Custo da aplicação do fertilizante por hectare = (Custo + A)

C- Diferença em reais da aplicação das doses de OM em relação ao fertilizante Mineral

D- Produtividade obtida no experimento

E- Preço da tonelada de cana (R\$ 52,00, preço cana comercializada em setembro de 2013) * ganhos de produtividade (OM – Mineral) * 0,66 (Custo CCT – corte, carregamento e transporte)

F- Lucratividade, receita – gastos pela aplicação do OM = (E-C)

Para o experimento realizado na BEA, foi calculada a diferença de produtividade do organomineral em relação ao mineral nas doses correspondentes, em todas as doses foi observado lucro dos tratamentos que receberam fertilizante mineral no plantio quando comparado com os tratamentos que receberam a adubação por meio de fonte mineral. Aplicando-se 54, 108 e 216 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via organomineral foram observados ganhos, R\$ ha⁻¹, na ordem de R\$ 520,2, R\$ 330,1 e R\$ 138,5, respectivamente, quando comparados com o fertilizante mineral. As maiores doses de organomineral não foram as dosagens que trouxeram maiores lucros, mesmo com uma maior produção, devido aos maiores custos com o produto por hectare (TABELA 30).

Tabela 30. Cálculo do lucro estimado no experimento instalado em cana planta, Usina Aroeira (BEA), adubados com fertilizante mineral MAP (10-54-00), M, e organomineral (5-24-00), OM.

Fertilizante	Dose	Custo*	A	B	C	D	E	F	G
	kg ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	-----	R\$ ha ⁻¹	-----	--- t ha ⁻¹ ---	---	-- R\$ ha ⁻¹ ---	
M	100	147,6	60,8	208,4	---	136,0	---	---	---
	200	295,2	65,7	360,9	---	141,0	---	---	---
	400	590,4	75,3	665,7	---	149,7	---	---	---
OM	225	259,7	66,9	326,6	118,2	154,6	18,6	638,4	520,2
	450	519,3	77,8	597,1	236,2	157,5	16,5	566,3	330,1
	900	1038,6	99,5	1138,1	472,4	167,5	17,8	610,9	138,5

*Valor do fertilizante mineral obtido na tabela de Setembro de 2013, média de três empresas. O valor do organomineral foi fornecido pela empresa Geociclo Biotecnologia S/A, tabela de setembro de 2013

- A- Custo da aplicação do fertilizante (R\$ 85,00, considerando a aplicação de 600 kg ha⁻¹ de fertilizante e 66% desse valor como custo fixo)
- B- Custo da aplicação do fertilizante por hectare = (Custo + A)
- C- Diferença em reais da aplicação das doses de OM em relação ao fertilizante Mineral nas respectivas doses
- D- Produtividade obtida no experimento
- E- Diferença na produtividade, OM – Mineral, nas respectivas doses
- F- Preço da tonelada de cana (R\$ 52,00, preço cana comercializada em setembro de 2013) * ganhos de produtividade (OM – Mineral) * 0,66 (Custo CCT – corte, carregamento e transporte)
- G- Lucratividade, receita – gastos pela aplicação do OM = (F-C)

Analizando os experimentos instalados em cana soca, verificou-se que nas usinas UDQ, UVSS1, UVSS2 (2º corte) e UVSS3 (3º corte) a dose que trouxe a maior lucratividade foi a de 60% do teor de N, P₂O₅ e K₂O em relação ao fertilizante mineral. Já nas usinas UDC, UJM1 (3^a corte) e UJM2 (4^a corte) a dose que trouxe maior lucratividade foi a de 80% do teor de N, P₂O₅ e K₂O em relação ao fertilizante mineral. A aplicação do fertilizante organomineral trouxe uma receita menor em comparação ao fertilizante mineral apenas com a aplicação de 100% do teor de N, P₂O₅ e K₂O em relação ao fertilizante mineral nas usinas UDQ, UVSS1 e UVSS2 (3º corte) e com a aplicação de 80% do teor de N, P₂O₅ e K₂O em relação ao fertilizante mineral no experimento instalado na usina UDQ (TABELA 31).

Tabela 31. Cálculo do lucro estimado nos experimentos instalados em cana planta, Usina Delta (UDC e UDC) e Usina Vale do São Simão (UVSS1, UVSS2, 2º corte e UVSS3, 3º corte) e Usina Jalles Machado (UJM 3º corte e UJM 4º corte) adubados com fertilizante mineral e organomineral.

Local	Fert.*	Dose	Custo**	A	B	C	D	E	F
		kg ha ⁻¹	----- R\$ ha ⁻¹ -----				t ha ⁻¹	--- R\$ ha ⁻¹ ---	
UDC	M	450	571,5	41,2	612,7	---	82,1	---	---
		457	451,2	41,4	492,6	-120,1	87,7	192,2	312,3
	OM	610	602,3	45,3	647,6	34,9	92,6	360,4	325,5
		762	752,3	49,1	801,4	188,7	94,3	418,7	230,0
UDQ	M	450	574,6	41,2	615,8	---	107,0	---	---
		540	493,6	43,5	537,1	-78,7	104,7	0,0	78,7
	OM	720	658,2	48,1	706,3	90,5	106,0	0,0	-90,5
		900	822,7	52,7	875,4	259,6	110,0	103,0	-156,7
UVSS1	M	540	726,3	43,5	769,8	---	137,7	---	---
		540	588,2	43,5	631,7	-138,1	138,2	17,2	155,3
	OM	720	784,2	48,1	832,3	62,5	140,2	85,8	23,3
		900	980,3	52,7	1033,0	263,2	143,4	195,6	-67,6
UVSS2	M	550	751,9	43,7	795,6	---	61,3	---	---
		495	549,9	42,3	592,2	-203,3	60,2	0,0	203,3
	2ª corte	660	733,3	46,5	779,8	-15,8	65,2	133,8	149,6
		825	916,6	50,7	967,3	171,7	66,7	185,3	13,6
UVSS3	M	400	535,2	39,9	575,1	---	64,6	---	---
		400	425,8	39,9	465,7	-109,4	60,6	0,0	109,4
	3ª corte	533	567,4	43,3	610,7	35,6	68,4	130,4	94,8
		666	709,0	46,7	755,7	180,6	69,5	168,2	-12,4
UJM1	M	500	650,0	42,5	692,5	---	93,8	---	---
		375	449,6	39,3	488,9	-203,6	104,5	367,2	570,8
	3º corte	500	599,5	42,5	642,0	-50,5	111,1	593,7	644,2
		625	749,4	45,6	795,0	102,5	113,1	662,4	559,9
UJM2	M	650	799,5	46,3	845,8	---	109,1	---	---
		780	687,1	49,6	736,7	-109,1	121,8	435,9	545,0
	4º corte	1040	916,1	56,2	972,3	126,5	132,6	806,5	680,0
		1300	1145,2	62,9	1208,1	362,3	135,1	892,3	530,1

*As formulações de fertilizantes minerais (M) e organominerais (OM) usadas em cada experimento estão apresentadas na Tabela 2.

**Valor do fertilizante mineral obtido na tabela de Setembro de 2013, média de três empresas. O valor do organomineral foi fornecido pela empresa Geociclo Biotecnologia S/A, tabela de setembro de 2013

A- Custo da aplicação do fertilizante (R\$ 45,00, considerando a aplicação de 600 kg ha⁻¹ de fertilizante e 66% desse valor como custo fixo)

B- Custo da aplicação do fertilizante por hectare = (Custo + A)

C- Diferença em reais da aplicação das doses de OM em relação ao fertilizante Mineral

D- Produtividade obtida no experimento

E- Preço da tonelada de cana (R\$ 52,00) * ganhos de produtividade (OM – Mineral) * 0,66 (Custo CCT – corte, carregamento e transporte)

F- Lucratividade, receita – gastos pela aplicação do OM =(E-C)

4.5 Análises tecnológicas e total de açúcar produzido por hectare (TAH)

As variáveis tecnológicas na cana planta (UVT, UAG e BEA), tabelas 32 a 34, e cana soca (UDC, UDQ, UVSS1, UVSS2 – 2º corte, UVSS3 – 3º corte, UJM1 – 3º corte e UJM2 – 4º corte), tabelas 35 a 41, não foram alteradas pela aplicação de fertilizante mineral e organomineral.

Tabela 32. Efeito de doses de fertilizantes organomineral e mineral nas variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar, cana planta, Fazenda Aparecida Sobradinho, Var. SP80-3280 – Usina Vale do Tijuco, Uberaba – MG.

NPK*	Fertilizante	Fibra	Pureza	AR	PCC	ATR
						% kg t ⁻¹
0	Controle	10,9	87,1	89,1	13,0	130,4
100	Mineral	11,2	88,4	88,8	13,2	132,4
60	Organomineral	11,0	86,9	89,0	12,8	128,3
80	Organomineral	10,8	87,4	89,2	12,9	129,6
100	Organomineral	11,5	87,3	88,5	12,9	129,4
Média OM		11,1	87,2	88,9	12,9	129,1

* Aplicação de fertilizante mineral no plantio (100%): 10 N - 108 P₂O₅ - 00 K₂O

Tabela 33. Efeito de doses de fertilizantes organomineral e mineral nas variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar, cana planta, Fazenda Santa Clara, Var. RB86 7515 – Usina Açucareira Guaíra, Guaíra – SP.

NPK*	Fertilizante	Brix	Pol	Pureza	Fibra	PCC	A.R	ATR
							%	kg t ⁻¹
0	Controle	20,1	17,3	86,3	10,9	14,9	0,6	149,2
100	Mineral	20,3	17,5	86,6	11,2	15,1	0,6	150,3
60	Organomineral	20,3	17,5	85,9	11,0	15,1	0,6	150,4
80	Organomineral	20,0	17,2	86,1	10,8	14,9	0,6	148,7
100	Organomineral	20,3	17,5	86,4	11,0	15,1	0,6	150,8
Média OM		20,2	17,4	86,1	10,9	15,0	0,6	150,0

* Aplicação de fertilizante mineral no plantio (100%): 13,5 N – 135 P₂O₅ - 00 K₂O

Tabela 34. Efeito de doses de fertilizantes organomineral (5-24-00) e mineral (10-54-00) nas variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar variedade RB 92 – 579 – Fazenda Santa Santa Lúcia, Bioenergética Aroeira, Tupaciguara- MG.

Fert.	Dose NPK	Brix	PCC	Pol	Fibra	Pureza	ART	ATR
	kg ha ⁻¹	%						kg t ⁻¹
C	0	16,8	12,0	14,0	10,9	83,1	13,4	120,9
	10-54-00	16,7	12,0	13,9	10,7	83,1	13,3	120,5
M	20-108-00	16,7	12,1	14,0	10,8	83,6	13,4	121,0
	40-216-00	17,3	12,7	14,6	10,7	84,7	13,7	124,5
Média M		16,9	12,2	14,1	10,8	83,8	13,5	122,0
OM	10-54-00	16,8	12,4	14,3	10,3	84,7	13,7	124,4
	20-108-00	17,2	12,6	14,5	10,8	84,4	13,9	125,5
	40-216-00	16,6	12,1	13,9	10,4	84,0	13,4	121,4
Média OM		16,9	12,4	14,2	10,5	84,4	13,7	123,8

Tabela 35. Efeito de doses de fertilizantes organomineral e mineral nas variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar Crua, variedade SP 1816 – Fazenda Veadinhos, Delta – MG.

% NPK*	Fertilizante	Brix	PCC	Fibra	Pureza	AR	Pol	ATR
%		%						kg t ⁻¹
0	Controle	19,3	15,0	11,5	90,8	0,4	17,5	148,3
100	Mineral	19,6	15,6	11,3	92,7	0,4	18,2	153,4
60	Organomineral	19,1	14,3	11,8	87,7	0,5	16,8	142,3
80	Organomineral	19,6	15,1	11,6	90,1	0,5	17,7	149,3
100	Organomineral	19,4	15,0	11,6	90,2	0,5	17,5	148,2
Média OM		19,4	15,0	11,5	90,3	0,5	17,5	148,3

* Aplicação de fertilizante (100%): 99 N- 0 P₂O₅- 49,5 K₂O

Tabela 36. Efeito de doses de fertilizantes organomineral e mineral nas variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar Queimada, variedade SP 1816 – Fazenda Veadinhos, Delta – MG.

% NPK*	Fertilizante	Brix	PCC	Fibra	Pureza	AR	POL	ATR
%		%						kg t ⁻¹
0	Controle	21,8	15,2	11,8	84,0	0,6	17,8	152,0
100	Mineral	19,5	14,8	11,5	89,3	0,5	17,4	147,5
60	Organomineral	19,5	15,0	11,3	89,5	0,5	17,5	148,8
80	Organomineral	19,7	15,2	11,6	90,1	0,5	17,8	150,5
100	Organomineral	20,4	14,8	11,7	86,2	0,6	17,4	148,1
Média OM		20,2	15,0	11,6	87,8	0,5	17,6	149,4

* Aplicação de fertilizante (100%): NPK = 85,5 N- 0 P₂O₅- 117 K₂O

Tabela 37. Efeito de doses de fertilizantes organomineral e mineral nas variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar variedade RB86-7515 – Fazenda Ribeirão dos Patos, Usina Vale do São Simão, UVSS1.

NPK*	Fertilizante	Brix	PCC	Pol	Fibra	Pureza	AR	ATR
%					%			kg t ⁻¹
0	Controle	17,2	12,7	14,6	10,6	85,1	0,7	127,9
100	Mineral	16,9	12,4	14,3	10,4	84,6	0,7	125,6
60	Organomineral	17,0	12,6	14,5	10,7	85,4	0,7	126,7
80	Organomineral	17,3	12,9	14,8	10,6	85,6	0,7	129,5
100	Organomineral	17,0	12,8	14,7	10,5	86,5	0,7	128,4
Média OM		17,1	12,7	14,7	10,6	85,8	0,7	128,2

* Aplicação de fertilizante (100%) : 99 N- 22 P₂O₅- 132 K₂O

Tabela 38. Efeito de doses de fertilizantes organomineral e mineral nas variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar, 2º corte, variedade CTC 15 – Fazenda Macaúbas, Usina Vale do São Simão, UVSS2.

NPK*	Fertilizante	Brix	PCC	Pol	Fibra	Pureza	AR	ATR
%					%			kg t ⁻¹
0	Controle	17,0	12,3	14,7	12,6	86,7	0,7	123,9
100	Mineral	16,9	12,6	15,0	12,5	89,3	0,6	125,2
60	Organomineral	16,9	12,5	14,9	12,8	88,4	0,6	124,7
80	Organomineral	17,0	12,4	14,9	12,6	87,1	0,7	125,6
100	Organomineral	17,5	12,8	15,3	12,7	87,3	0,7	127,8
Média OM		17,1	12,6	15,0	12,7	87,6	0,7	126,0

* Aplicação de fertilizante (100%): 86,4 N - 27 P₂O₅ - 129,6 K₂O

Tabela 39. Efeito de doses de fertilizantes organomineral e mineral nas variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar, 3º corte, variedade CTC 15 – Fazenda Macaúbas, Usina Vale do São Simão, UVSS3.

NPK*	Fertilizante	Brix	PCC	Pol	Fibra	Pureza	AR	ATR
%					%			kg t ⁻¹
	Controle	18,1	13,0	16,1	14,5	89,0	0,6	130,0
100	Mineral	17,5	12,8	15,7	14,3	89,9	0,6	127,3
60	Organomineral	18,2	14,1	17,2	13,9	94,3	0,4	138,8
80	Organomineral	18,1	13,7	16,6	13,4	91,8	0,5	135,9
100	Organomineral	18,0	13,3	16,2	13,7	89,7	0,6	132,2
Média OM		18,1	13,7	16,7	13,7	91,9	0,5	135,6

* Aplicação de fertilizante (100%) : 64 N- 20 P₂O₅- 96 K₂O

Tabela 40. Efeito de doses de fertilizantes organomineral e mineral nas variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar, 3º corte, variedade IAC 91 1099 – Fazenda 27, bloco 1, Usina Jalles Machado, UJM1.

NPK*	Fertilizante	Brix	Pol	Pureza	AR	Fibra	PCC	ATR
%				%				kg t ⁻¹
0	Controle	22,1	19,8	89,5	0,6	12,3	16,7	164,8
100	Mineral	22,0	19,5	88,7	0,6	12,7	16,3	161,5
60	Organomineral	22,5	19,6	87,0	0,7	12,6	16,4	163,1
80	Organomineral	22,3	19,8	88,7	0,6	12,6	16,6	164,3
100	Organomineral	21,7	19,2	88,4	0,6	12,4	16,2	160,4
Média OM		22,2	19,5	88,0	0,6	12,5	16,4	162,6

* Aplicação de fertilizante (100%): 60 N - 00 P₂O₅ - 150 K₂O

Tabela 41. Efeito de doses de fertilizantes organomineral e mineral nas variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar, 4º corte, variedade IAC 91 1099 – Fazenda 27, bloco 1, Usina Jalles Machado, UJM2.

NPK*	Fertilizante	Pureza	Fibra	PCC	ATR
%		%			kg t ⁻¹
0	Controle	91,8	12,2	15,3	150,8
100	Mineral	87,5	11,5	15,4	153,3
60	Organomineral	89,6	11,7	15,5	153,7
80	Organomineral	90,7	11,4	15,9	157,4
100	Organomineral	91,2	11,4	16,0	158,3
Média OM		90,5	11,5	15,8	156,5

* Aplicação de fertilizante (100%): 104 N- 30 P₂O₅- 130 K₂O

Assim como na análise foliar, as variáveis tecnológicas também são muito influenciadas pelo efeito de diluição, mas no presente trabalho, as plantas que receberam adubação organomineral mesmo apresentando um maior desenvolvimento, que refletiu em uma maior produtividade, apresentaram resultados semelhantes de brix, POL e ATR quando comparadas as plantas que receberam fertilizante mineral.

O brix tem uma relação direta com o teor de açúcares do caldo e corresponde a 18-25 % do total do mesmo (LAVANHOLI, 2010), segundo Marques et al (2001), o valor ideal do brix é de 18%. Valores abaixo de 18% no brix foram observados apenas nos experimentos instalados na UAG, 17,5% para o mineral e média de 17,4% para o organomineral, na BEA, 16,9% tanto para o mineral quanto para o organomineral, e UVSS1 e 2, ambas com 16,9% para o mineral e média de 17,1% para o organomineral.

O 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. Brieger (1968) e Deuber (1988) cita que o valor de pol da

cana ideal é de 13 %. Valores de pol da cana abaixo de 13% foram observados apenas nos experimentos instalados na BEA e UVSS, em média 12,4% e 12,6%, respectivamente.

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 química, acontecendo o mesmo comparando-se o uso de esterco de galinha e de adubo mineral, mostrando que as doses de resíduos utilizadas não afetaram a maturação da cana-de-açúcar.

Nardim (2007) não observou efeito da aplicação de torta de filtro no teor Pol. Fravet et al. (2010) também não verificou resposta significativa nos teores de pol e brix submetidos a diferentes doses de torta de filtro e o modo de aplicação em cana-soca.

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

Segundo Fernandes (2003) os níveis ideais de fibra devem variar de 10 a 11%, portanto, no presente estudo esses valores estão acima desse nível ideal. Franco (2003) menciona que os níveis de fibra de uma cana normal devem oscilar numa faixa de aproximadamente 10 – 13%. Em todos os experimentos, tanto em cana planta quanto em cana soca, os valores de fibra ficaram na faixa ideal considerada pelos autores.

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).

Trabalhando com proporções de torta de filtro associada com fertilizante mineral na adubação da cana-de-açúcar, Souza (2013), não verificou incrementos significativos nos teores de brix, Pol, PC, ATR, pureza do caldo e no teor de fibra da cana-de-açúcar, da mesma forma que Rosa (2011), que verificou que a adubação mineral e orgânica não alterou as variáveis brix, pureza, PC, fibra e ATR, na cana planta.

De acordo com as normas de qualidade da matéria prima redigidas pelo CONSECANA (2006), as unidades industriais poderão recusar o recebimento de carregamentos com pureza abaixo de 75%. Em todos os experimentos, tanto em cana planta quanto em cana soca, os valores de pureza ficaram acima de 83%.

Com base na variável tecnológica Pol % cana (PCC) e na produtividade da cana-de-açúcar, calculou-se o total de açúcar produzido por hectare (TAH) nos experimentos instalados em cana planta, tabelas 42 e 43 e cana soca, tabelas 44 e 45.

No experimento instalado na Usina Vale do Tijuco (UVT) não houve diferença no total de açúcar produzido por hectare, mesmo o fertilizante organomineral produzindo 2,5% a mais de açúcar quando comparado com o mineral na mesma concentração de nutrientes. Já na usina Guaíra, verificou-se diferenças significativas com a aplicação de 80 e 100% de nutrientes via organomineral em relação ao fertilizante mineral. Os aumentos na quantidade de açúcar por hectare foram de 6,8%, 11,4% e 13,6% em relação ao tratamento que recebeu mineral usando 60, 80 e 100% de nutrientes em relação ao fertilizante mineral via organomineral, respectivamente (TABELA 42).

Tabela 42. Total de açúcar por hectare (TAH) na cana planta, em função da aplicação de fertilizante mineral MAP (M) e organomineral 5-24-00 (OM), experimentos usina Vale do Tijuco (UVT) e Usina Açucareira Guaíra (UAG).

Tratamento	% de nutrientes em relação a adubação M	UVT	UAG
	%	----- t ha ⁻¹ -----	
Controle M	0	19,6 a	12,4 c
	100	20,2 a	13,2 bc
	60	19,4 a	14,1 ab
OM	80	20,5 a	14,7 a
	100	20,7 a	15,0 a
CV		7,93	5,35
DMS		3,09	1,44

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Analizando o experimento instalado na Usina Aroeira (BEA) verificou-se diferenças significativas na produção total de açúcar por hectare quando da aplicação de 54 e 108 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no plantio da cana-de-açúcar, com superioridade dos tratamentos que receberam organomineral em relação aos que receberam adubação mineral. Os ganhos foram de 34,3%, 15,9% e 6,8% em relação ao tratamento que recebeu mineral usando 60, 80 e 100% de nutrientes em relação ao fertilizante mineral via organomineral, respectivamente (TABELA 43).

Tabela 43. Total de açúcar por hectare (TAH) na cana planta, em função da aplicação de fertilizante mineral MAP, M, e organomineral 5-24-00, OM, experimento usina Aroeira (BEA), Tupaciguara-MG.

Dose N,P ₂ O ₅ ,K ₂ O	Fertilizantes	
	M	OM
kg ha ⁻¹	t ha ⁻¹	
0		13,0
10-54-00	14,3 b	19,2 a
20-108-00	17,0 b	19,7 a
40-216-00	19,0 a	20,3 a

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. CV 6,2%, DMS 1,4

Nos experimentos instalados nas Usinas Delta (UDC e UDQ) e Vale do São Simão (UVSS1, UVSS2 – 2^a corte, UVSS2 – 3^a corte) não houve diferença no total de açúcar produzido por hectare, mesmo o fertilizante organomineral produzindo 10,2%, 2,5%, 7,0%, 10,4% e 14,6% a mais de açúcar quando comparado com o mineral na mesma concentração de nutrientes, nos experimentos instalados na UDC, UDQ, UVSS1, UVSS2 – 2^a corte, UVSS2 – 3^a corte, respectivamente, tabela 44 e 45.

Tabela 44. Total de açúcar por hectare (TAH) na cana soca, em função da aplicação de fertilizante mineral (M) e organomineral (OM), experimentos usina Delta (UDC e UDQ) e Usina Vale do São Simão1 (UVSS1).

Tratamento	% de nutrientes em relação ao FM	UDC	UDQ	UVSS1
		----- % -----	----- t ha ⁻¹ -----	
Controle	0	11,0 b	14,1 a	16,8 a
M	100	12,8 ab	15,9 a	17,1 a
	60	12,4 ab	15,8 a	17,4 a
OM	80	13,9 a	16,1 a	18,0 a
	100	14,1 a	16,3 a	18,3 a
CV		9,87	7,89	5,70
DMS		2,46	2,39	1,94

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Já nos experimentos instalados na usina Jalles Machado (UJM – 3^a corte e UJM 4^o corte, verificou-se diferenças significativas com a aplicação de 80 e 100% de nutrientes via organomineral em relação ao fertilizante mineral na UJM – 3^a corte e com a aplicação de 100% de nutrientes via organomineral em relação ao fertilizante mineral na UJM – 4^a corte. Os aumentos na quantidade de açúcar por hectare foram de 12,4%, 20,3% e 19,6% em relação ao tratamento que recebeu mineral usando 60, 80 e 100% de nutrientes em relação ao fertilizante mineral via organomineral, respectivamente na

UJM – 3^a corte e de 12,5%, 25,0% e 28,6% em relação ao tratamento que recebeu mineral usando 60, 80 e 100% de nutrientes em relação ao fertilizante mineral via organomineral, respectivamente na UJM – 4^a corte (TABELA 45).

Tabela 45. Total de açúcar por hectare (TAH) na cana soca, em função da aplicação de fertilizante mineral (M) e organomineral (OM), experimentos Usina Vale do São Simão 2 (UVSS2-2º corte e UVSS3-3º corte) e Usina Jalles Machado (UJM-3ºcorte e UJM-4ºCorte).

Tratamento	% de nutrientes em relação ao FM	UVSS2	UVSS2	UJM	UJM
		2ºcorte	3ºcorte	3º corte	4º corte
Controle	0	5,7 b	5,4 b	13,6 c	13,5 c
M	100	7,7 a	8,2 a	15,3 bc	16,8 bc
	60	7,5 a	8,5 a	17,2 ab	18,9 ab
OM	80	8,1 a	9,2 a	18,4 a	21,0 ab
	100	8,5 a	9,4 a	18,3 a	21,6 a
CV		11,23	14,76	7,73	12,5
DMS		1,63	2,33	2,48	4,45

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

5 CONCLUSÕES

1. Não houve alterações dos níveis nutricionais de NPK nas folhas mesmo nos tratamentos com menor dosagem de NPK, caso dos tratamentos com organomineral com dosagem de 60% e 80% do teor de NPK utilizado no fertilizante mineral. A análise foliar não mostrou diferenças entre os tratamentos indicando que em todas as situações os nutrientes na cana estavam dentro dos limites nutricionais recomendados para a cultura.
2. O fertilizante organomineral mostrou-se mais eficiente que o fertilizante mineral tanto em cana planta quanto em cana soca, podendo substituir o fertilizante mineral e apresentar até 24% a mais de eficiência na produção de colmos de cana-de-açúcar.
3. Em média a aplicação de 51% de NPK via organomineral em relação à aplicação do fertilizante mineral (média de nove experimentos) gerou a mesma produtividade obtida com a aplicação do fertilizante mineral.
4. Dos dez experimentos avaliados, em nove observou-se incrementos significativos de produtividade com a aplicação de doses do fertilizante organomineral.
5. Em cinco experimentos (Bioenergética Aroeira, Usina Delta cana queimada, Usina Vale do São Simão 1, Usina Vale do São Simão 2 e Usina Vale do São Simão 3), a aplicação de 60% de NPK via fertilizante organomineral foi o tratamento que proporcionou uma maior lucratividade por hectare nos outros cinco experimentos (Usina Vale do Tijuco, Usina Guaíra, Usina Delta cana crua, Usina Jalles Machado 1 e Usina Jalles Machado 2) a aplicação de 80% de NPK via fertilizante organomineral foi o tratamento que proporcionou uma maior lucratividade por hectare. Os únicos tratamentos que não geraram lucros por hectare em relação ao fertilizante mineral foram observados na Usina Vale do Tijuco com a aplicação de 60% de NPK via fertilizante organomineral, Usina Delta cana queimada com a aplicação de 80% de NPK via fertilizante organomineral e Usina Vale do São Simão1, Usina Vale do São Simão3 e Usina

Delta cana queimada com a aplicação de 100% de NPK via fertilizante organomineral.

6. As variáveis tecnológicas na cana planta e cana soca não foram alteradas pela aplicação de fertilizante mineral e organomineral.
7. O total de açúcar produzido por hectare (TAH) foi maior com a aplicação do fertilizante organomineral em relação ao fertilizante mineral nos experimentos instalados na Usina Guaíra e Jalles Machado 1 com a aplicação de 80 e 100% de NPK via fertilizante organomineral, no experimento instalado na Usina Jalles Machado 2 com a aplicação de 100% de NPK via fertilizante organomineral e no experimento instalado na Bioenergética Aroeira com a aplicação de 54 e 108 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via fertilizante organomineral em relação ao tratamento com fertilizante mineral nas mesmas doses.

REFERÊNCIAS

AKANDE, M. O., et al. Response of Okra to Organic and Inorganic Fertilization. **Nature and Science**, v.8, n.11, 2010.

ALFONSI, R. R.; et al. Condições climáticas para a cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S. B. (Ed.). **Cana-de-açúcar: Cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 1, p.42-55.

ALLEONI, L. R. F.; BEAUCLAIR, E. G. F. Cana-de-açúcar cultivada após milho e amendoim, com diferentes doses de adubo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 3, p. 409-415, 1995.

ALMEIDA JR., A. B.; et al. Fertilidade do solo e absorção de nutrientes em cana-de-açúcar fertilizada com torta de filtro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.10, p.1004 - 1013, 2011.

ALMEIDA JÚNIOR, A. B. Adubação orgânica em cana-de-açúcar: **Efeitos no solo e na planta**. 2010. Dissertação (Mestrado em Agronomia. Universidade Federal Rural de Pernambuco.), Recife, 2010.

ALMEIDA JÚNIOR, A. B., NASCIMENTO, C. W. A., SOBRAL, M. F., SILVA, F. B. V., GOMES, W. A. Fertilidade do solo e absorção de nutrientes em cana-de-açúcar fertilizada com torta de filtro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.10, p.1004-1013, 2011.

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.

BENITES, et al. Produção de fertilizante organomineral granulado a partir de dejetos de suínos e aves no Brasil. In: FERTBIO, 2010. **Anais...** Guarapari: SBCS, 2010. CD-ROM.

BERTANI, R. M. A. **Eficiência agronômica de fosfatos na cultura da batata (*Solanum tuberosum* ssp *tuberosum*)**. 1998. 113f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

BERTOL, O. J.; et al. Mobilidade de íons em solo sob sistema de semeadura direta submetido às adubações mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, p.1311-1321, 2011.

BRASIL, Governo Federal Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Versão preliminar para consulta. Brasília, 2012. 102 p. Disponível em http://www.mma.gov.br/port/conama/reuniao/dir1529/PNRS_consultaspumaticas.pdf. Acesso em 01 de out. de 2013.

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

BÜLL, L. T. et al. Eficiência agronômica de fertilizante fosfatado organo-mineral obtido através de compostagem com lixo urbano. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.8, n.1, p.1-22, 1999.

CANTARELLA, H.; ABREU, C.A.A.; BERTON, R.S. Fornecimento de nutrientes pela matéria orgânica do solo. In: ENCONTRO SOBRE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO: PROBLEMAS E SOLUÇÕES, 1992, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas, 1992. p.63-122.

CARDOSO., et al. Produtividade de batata, cv Ágata, submetida a diferentes doses de fertilizante organomineral. In: CBCS 2013. Ciência do Solo: Para que e para quem? Programa & Resumos. Florianópolis, 2013. **Anais...** Epagri e SBCS, ISBN: 978-85-85014-71-1, Florianópolis, 2013.

CARDOSO., et al. Produtividade de batata, cv atlantic, submetida a diferentes doses de fertilizante organomineral. In: CBCS 2013. Ciência do Solo: Para que e para quem? Programa & Resumos. Florianópolis, 2013. **Anais...** Epagri e SBCS, ISBN: 978-85-85014-71-1, Florianópolis, 2013a.

CIANCIO, N.H.R. **Produção de grãos, matéria seca e acúmulo de nutrientes em culturas submetidas à adubação orgânica e mineral**. 2010. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2010.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar – Segundo levantamento. **CONAB**, Brasília, agosto/13. Disponível em:
http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_08_08_09_39_29_boletim_cana_portugues_-_abril_2013_1o_lev.pdf. Acesso em: 01 out. 2013.

CONSECANA-SP. Conselho dos produtores de cana-de-açúcar e álcool do estado de São Paulo: Manual de Instruções. CONSECANA, Piracicaba, 2006. Disponível em:
http://www.orplana.com.br/manual_2006.pdf. Acesso em 01 de outubro de 2013.

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

CORTEZ, L.; MAGALHÃES, P.; HAPPI, J. Principais subprodutos da agroindústria canavieira e sua valorização. **Revista Brasileira de Energia**, Rio de Janeiro-RJ, v. 2, n. 2, p. 111-146, 2002.

DEUBER, R. Maturação da cana-de-açúcar na região Sudeste do Brasil. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA DA COPERSUCAR, 1988, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Centro de Tecnologia Copersucar, 1988. p.33-40.

DOMINGUEZ, D.X. **Caracterização de fertilizantes orgânicos e organominerais fluidos**. 2007. 113 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

DUARTE., et al. Produtividade da soja cultivada com fertilizante organomineral. In:

CBCS 2013. Ciência do Solo: Para que e para quem? Programa & Resumos. Florianópolis, 2013. **Anais...** Epagri e SBCS, ISBN: 978-85-85014-71-1, Florianópolis, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

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

FERNANDES, A. C. Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar. **Stab: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.11, p.55-65, 2000.

FERNANDES, A. L. T. et al. Avaliação do uso de fertilizantes organominerais e químicos na fertirrigação do cafeeiro irrigado por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.2, p.159-166, 2007.

FERNANDES, A. L. T.; TESTEZLAF, R. Fertirrigação na cultura do melão em ambiente protegido, utilizando-se fertilizantes organominerais e químicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.1, p.45-50, 2002.

FERREIRA, D.F.; SISVAR: Um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v.6, p.36-41, 2008.

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

FRANCO, A. **Cana-de-açúcar cultivada em solo adubado com lodo de esgoto evinhaça: nitrogênio no sistema solo-planta, produtividade e características tecnológicas**. 2003. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

FRANCO, F. O. **Fontes de fósforo na implantação de sistema interação lavoura'pecuária-floresta: atributos físicos do solo, matéria orgânica e produtividade da soja**. 2013. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

FRAVET, P. R. F.; et al. Efeito de doses de torta de filtro e modo de aplicação sobre a produtividade e qualidade tecnológica da soqueira de cana-de-açúcar. **Ciência agrotecnologia**, Lavras, v.34 n.3, p. 618-624, 2010.

GARCIA, J. C. ; et al . Use of organomineral fertilisers on sugarcane productivity in a typicHaplustox soil. **In: CONGRESS OF INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS**, 2010, Vera Cruz. Proceedings International Society Sugarcane Technology. Vera Cruz : ISSCT, 2010. v. 27. p. 1-5.

GARCIA, J. C.; ANDRADE, L. A. de B; ANJOS, I. A. dos; LEITE, G. M. V.;

FIGUEIREDO, P. A. M. de. 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.

IPEA - Comunicados do Ipea: **Plano Nacional de Resíduos Sólidos: diagnóstico dos resíduos urbanos, agrosilvopastoris e a questão dos catadores**. Brasília: IPEA, n.145, 2012.

IYAMUREMYE, E.; DICK, R. P.; BAHAM, J. Organic amendments and phosphorus dynamics: I. Phosphorus chemistry and sorption. **Soil Science**, Madison ,v.161, p.436-443, 1996.

KER, J.C. **Anotações e perguntas sobre solos brasileiros**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006.119 p.

KHIARI, L.; PARENT, L. E. Phosphorus transformations in acid light-textured soils treated with dry swine manure. **Canadian Journal of Soil Science**, v.85, p.75-87, 2005.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes organominerais**. Piracicaba: E. J. Kiehl. 160p. 2008.

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

KIEHL, E.J. **Fertilizantes organominerais**. Piracicaba: snt, 1999. 146p.

KINPARA, D. I. **A importância estratégica do potássio para o Brasil**. Planaltina – DF: Embrapa Cerrados. 2003, 27 p. (Documentos 100).

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

KORNDORFER, 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.

KORNDORFER, G.H.; RAMOS, L.A. Diagnose Foliar em Cana-de-açúcar. In: PRADO, R.M.; ROZANE, D.E.; VALE, D.W.; CORREIA, M.A.R. ; SOUZA, H.A. **Nutrição de plantas: diagnose foliar em grandes culturas**. Jaboticabal: FCAV/CAPES/FUNDUNESP, 2008. v.1. 301p

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.

LEE, Y. S.; BARTLETT, R. J. Stimulation of plant growth by humic substances. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.40, p.479-576, 1976.

LEVRERO, C. R. **Fertilizante organomineral: a serviço do mundo**. In: FÓRUM ABISOLÓ, 2009.

LUZ, P. H. de C.; KORNDÖRFER, G. H. Reciclagem de subprodutos na agricultura. In: VASCONCELOS, H. P. (Ed.). **Contribuições para a produção de alimentos: Idéias 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 de doutorado (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2009.

MARQUES, M.O.; MARQUES, T.A.; TASSO JÚNIOR, L.C. **Tecnologia do açúcar: produção e industrialização da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 166 p.

MATIAS, G. C. S. **Eficiência agronômica de fertilizantes fosfatados em solos com diferentes capacidades de adsorção de fósforo e teores de matéria orgânica**. 2010. 175f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

MORESCHI., et al. Avaliação de doses e fontes de adubação de semeadura na cultura do feijoeiro. In: CBCS 2013. Ciência do Solo: Para que e para quem? Programa & Resumos. Florianópolis, 2013. **Anais...** Epagri e SBCS, ISBN: 978-85-85014-71-1, Florianópolis, 2013.

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 de mestrado (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.; et al. (Eds.) **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. 8, p. 472-537.

NUNES JUNIOR, D. Torta de Filtro: de resíduo a produto nobre. **Revista Idea News**, Ribeirão Preto-SP, v. 8, n. 92, p. 22-30, 2008.

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.

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

OTTO, R.; VITTI, G. C.; LUZ, P. H. C. Manejo da adubação potássica na cultura da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, p.1137-1145, 2010.

PANCELLI, M. A. **Nutrição potássica e produção da soqueira de cana-de-açúcar no sistema de cana crua**. 2011. 39f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) –

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2011.

PARENT, L. E.; KHIARI, L.; PELLERIN, A. The P fertilization of potato: Increasing agronomic efficiency and decreasing environmental risk. **Acta Horticulturae**, v.627, p.35-41, 2003.

PENSO, J. S. A.; Braga, J. M.; Thiébaut, J. T. L. Avaliação da solubilidade de fosfato de Patos. III - Mistura com torta de filtro e vinhaça. **Revista Ceres**, Viçosa, v.29, p.516-525, 1982.

POLIDORO, J. C. **Fertilizantes Organominerais: Aspectos tecnológicos, mercadológicos e legislação**. In: FÓRUM ABISOLÓ, Ribeirão Preto – SP, 2013.

PRADO, H, et al. **Solos e ambientes de produção**: cana-de-açúcar. Campinas: Intituto Agronômico, 2008. p.179-204.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H. Outras culturas industriais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C. (coord.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agronômico & Fundação IAC, 1996. p.233-236.

RAMOS, L. A. **Resíduos orgânicos e fertilizantes minerais na cultura da cana-de-açúcar e alterações nas características químicas do solo**. 2013. 90 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

ROSA, C. C. J. **Uso de torta de filtro e superfosfato simples na cana-de-açúcar em latossolo**. 2011. 50 f. Dissertação (Mestrado Em Agronomia, Produção Vegetal) – Universidade Federal da Grande Dourados, Campus de Dourados, Dourados-MS, 2011.

ROSSETTO, R; DIAS, F. L. F.; VITTI, A. C. Problemas nutricionais dos solos nas novas fronteiras canavieiras. **Revista Idea News**, Ribeirão Preto – SP, v.8, p.78-90, 2008.

ROSSETTO, R., et al. Calagem para cana-de-açúcar e sua interação com doses de potássio. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.1, p.105-119, 2004.

SANTIAGO, A.D.; ROSSETTO, R. **Adubação**: resíduos alternativos. 2009. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/canadeacucar/arvore/CONTAG01_39_711200516717.html>. Acesso em: 12 de setembro de 2013.

SANTOS, D. H.; et al. Desenvolvimento de fertilizante organomineral a partir de resíduos da indústria sucroalcooleira para adubação de cana-planta. In: FERTBIO 2008. Desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental. Londrina, 2008. **Anais...** Londrina, 2008. CD ROM.

SANTOS, D. H; SILVA, M. A; TIRITAN, C. S; FOLONI, J. S. S; ECHER, F. R.

Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.15, n.5, p.443–449, 2011.

SANTOS, D.H.; et al. Produtividade de cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia-GO, v.40, n.4, p.454-461, 2010.

SANTOS, E. T.; HEINRICHS, R.; FIGUEIREDO, P. A. M. de; PASCHOALOTO, J. R.; FRUCHI, V. M.; LISBOA, L. A. M. **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: 11 out. 2013.

SANTOS, J. F dos; WNADERLEY, J. A. C; JÚNIOR, J. R. S. Produção de girassol submetido à adubação organomineral. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, V. 9, n. 3, p. 38-44, 2013

SCHIAVONI, E. A. et al. Influence of organic-mineral fertilization of an oxisol on soil chemical properties and bracharia brizantha production. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, p.2219-2226, 2011.

SEVERINO, L. S.; COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. de; LUCENA, M. A. de; GUIMARÃES, M. M. B. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande-PB, v. 5, n. 1, 2004.

SILVA, A. de A. **Potencialidade de recuperação de pastagens de *Brachiaria decumbens* fertilizada como camas de aviário e fontes minerais**. 2005. 152f. Dissertação de mestrado (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 de Doutorado (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2009.

SILVA, J. V. H., BITTAR, A. P., SERRA, J. C. V., JUNIOR, J. C. Z. Diagnóstico do reaproveitamento de resíduos com potencial energético no município de Palmas-TO. **Engenharia Ambiental**, v.8, n.2, p.226-233, 2011.

SILVA, R. M. O. et al. Liberação de fósforo de fertilizantes organominerais e sua influência na fertilidade do solo. In: FERTBIO, 2010. **Anais...** Guarapari: SBCS, 2010. CD-ROM.

SOUZA, R. T. X de., et al. Fontes mineral e orgânica de fósforo e a disponibilidade desse nutriente para o solo. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p. 2013.

SOUZA, R.T.X. et al. Disponibilidade de fósforo no solo após a aplicação de

fertilizante mineral e organominerais em solo cultivado com cana-de-açúcar. In: FERTBIO, 2012. **Anais...** Maceió: SBCS, 2012. CD-ROM.

SOUZA, R.T.X. et al. Efeito de fertilizante organomineral sobre a produtividade de híbridos de milho. In: Congresso brasileiro de ciências do solo, 2011. **Anais...** Uberlândia: SBCS, 2011. CD-ROM.

SOUZA, R, F de. **Efeito residual da adubação orgânica e mineral nos atributos de produtividade e agroindustriais na cana-soca.** 2013. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, Mato Grosso do Sul, 2013.

SOUZA, R. F.; et al. Calagem e adubação orgânica: influência na adsorção de fósforo em solos. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v.30, p.975-983, 2006.

SPSS v.17.0.0. SPSS. Chicago, Illinois, 2008. CD-ROM

STEINER, F. et al. Disponibilidade de micronutrientes no sistema plantio direto, na presença e ausência de plantas de cobertura submetido a diferentes fontes de fertilizantes. **Global Science and Technology**, v.4, n.1, p.28-37, 2011.

TASSO JUNIOR, L.C., et al. Extração de Macronutrientes em Cinco Variedades de Cana-de-Açúcar Cultivadas na Região Centro-Norte do Estado de São Paulo. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.25, n.6, 2007.

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.

TEIXEIRA, W.G. et al. Eficiência de fertilizante organomineral na produção de colmos e rendimento em açúcar de cana planta. In: FERTBIO, 2012. **Anais...** Maceió: SBCS, 2012. CD-ROM.

TEIXEIRA, W.G. et al. Produção de matéria seca, teor e acúmulo de nutrientes em plantas de milho submetidas à adubação mineral e organomineral. In: Congresso brasileiro de ciências do solo, 2011. **Anais...** Uberlândia: SBCS, 2011. CD-ROM.

TEJADA, M.; BENITEZ, C.; GONZALEZ, J. L. Effects of Application of Two Organomineral Fertilizers on Nutrient Leaching Losses and Wheat Crop. **Agronomy Journal**, Madison, v.97, p.960-967, 2005.

TIRITAN, C. S.; et al. Adubação fosfatada mineral e organomineral no desenvolvimento do milho. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v.6, n.1, p.08-14, 2010.

UNIAO AGROINDUSTRIA CANAVIEIRA DE SAO PAULO. **UNICA**. Estatísticas. São Paulo: União da Agroindústria Canavieira de São Paulo, 2006. Disponível em <<http://www.portalunica.com.br/acao/cana.jsp>>. Acesso: em 12 set. 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%BAcarCan a.doc>. Acesso em Out. 2013.

WESTERN, P. W.; BICUDO, J.R. Management considerations for organic waste use in agriculture. **Bioresource Technology**, Essex, London, v.96, n.2, p.215-221, 2005.

WIETHÖLTER, S.; et al. Efeito de fertilizantes minerais e organominerais nos rendimentos de culturas e em fatores de fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.5, p.713-724, 1994.

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, 1981.

ZEBARTH, B. J. et al. Pelletized organo-mineral fertilizer product as a nitrogen source for potato Production. **Canadian Journal of Soil Science**, v.85, n.3, p.387-395, 2012.