

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

NATÁLIA SILVA

**QUALIDADE NUTRICIONAL DE LATOSSOLO DE TEXTURA MÉDIA ADUBADO
COM DEJETOS E CULTIVADO COM CANA-DE-AÇÚCAR**

**Uberlândia – MG
Junho – 2009**

NATÁLIA SILVA

**QUALIDADE NUTRICIONAL DE LATOSSOLO DE TEXTURA MÉDIA ADUBADO
COM DEJETOS E CULTIVADO COM CANA-DE-AÇÚCAR**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Elias Nascentes Borges

**Uberlândia – MG
Junho – 2009**

NATÁLIA SILVA

**QUALIDADE NUTRICIONAL DE LATOSSOLO DE TEXTURA MÉDIA ADUBADO
COM DEJETOS E CULTIVADO COM CANA-DE-AÇÚCAR**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 02 de junho de 2009

Msc. Cílon César Fagiani
Membro da Banca

Msc. Juliana do Nascimento Gomides
Membro da Banca

Prof. Dr. Elias Nascentes Borges
Orientador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à DEUS, que durante toda a jornada foi minha fonte de força e motivação, e que em todos os momentos se fez presente em minha vida.

Agradeço de forma muitíssimo especial à minha família, que é com certeza a minha base, as pessoas com quem pretendo dividir todas as minhas conquistas e felicidades. Entre essas pessoas especiais não há como não citar os nomes de meu Pai e minha Mãe, Antônio e Carmen, que me proporcionaram este momento, que me deram todo suporte, principalmente emocional nos meus momentos de fragilidade, para que eu não fraquejasse. Minha irmã Andréia, que foi sempre a minha maior confidente, minha melhor conselheira, aquela que ouviu com calma as minhas reclamações e que me acalentou nos momentos de agonia. Meus irmãos Marcelo e Marco Aurélio por serem presentes em todos os momentos da minha vida, e sempre me auxiliarem quando recorri a eles, dando estímulo para que eu permanecesse em busca do meu objetivo. Não poderia jamais esquecer de citar meus sobrinhos, Felipe, Lucas, Camila e Maria Clara que são grandes motivos de alegria em minha vida. Enfim, de um modo geral agradeço à minha família inteira, avó, tias, tios e primos por terem me incentivado tanto e se fazerem meu porto seguro.

Agradeço de maneira especial a todos do laboratório de manejo do solo, àqueles que estão hoje presentes e àqueles que já passaram por lá, de um modo especial agradeço ao Prof^o. Elias, aos técnicos, Marco Aurélio, Cílson e Sr. Wilson, que me auxiliaram muito durante todos esses anos, aos amigos de estágio Suelen, Camilo, Adriano, Pedro, Gustavo, Pablo, Juliana, Paulo Rabelo e aos demais membros do LAMAS.

Agradeço também à 39^a turma de agronomia, pelas amizades que me foram proporcionadas durante o tempo de faculdade e que devo levar para o resto de minha vida. De forma especial agradeço às “amigas-irmãs”, Polianna, Greicielli e Rafaela, pela amizade, pelo carinho e companheirismo durante toda essa jornada.

Enfim, se hoje me encontro nesta posição devo dedicar a todos aqueles que passaram por minha vida, e que de uma forma ou de outra contribuíram para que aqui eu chegasse, portanto a vocês, deixo meu muito obrigada.

RESUMO

A agricultura canavieira no Brasil vem crescendo em progressão geométrica com a inclusão do cerrado como bioma adequado ao desenvolvimento da cultura. No cerrado também, podemos encontrar grande produção de rejeitos orgânicos, que são muito prejudiciais tanto ao meio ambiente quanto à condição salutar dos indivíduos que entram em contato com os mesmos, pois esses produtos residuais têm condições de afetar maleficamente os organismos vivos e alta capacidade de poluição quando descartados indiscriminadamente. O objetivo do trabalho foi, portanto, avaliar as alterações químicas de um Latossolo Vermelho em área de cerrado, submetido à adubação orgânica de plantio, na instalação da cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), sendo que os insumos utilizados foram: esterco bovino, cama de peru, cama de frango, adubação compostada e adubação química, com teores de nutrientes preconizados pela CFSMG (1997), para efeito de comparação entre nutrição por adubos químicos e orgânicos. Dentro dos tratamentos houve também a variação da aplicação e não aplicação de gesso agrícola, bem como coleta de amostras de solo em épocas do ano chuvosa e seca. As análises realizadas constaram de determinação de Ca, Mg, Al, K, P, N, e M.O. S., e suas devidas quantificações nas duas épocas de amostragem. Os resultados foram bastante satisfatórios, visto que a adubação orgânica obteve os valores de nutrientes do solo muito próximos aos da adubação química utilizada na cultura da cana-de-açúcar, e devido ao fato da redução do potencial poluidor quando da utilização dos resíduos e da economia com custo de adubação, a implantação de adubação orgânica na cultura da cana-de-açúcar mostrou-se completamente viável.

Palavras-chave: adubação orgânica, adubação química, *Saccharum officinarum*.

ABSTRACT

The sugar cane farming in Brazil is growing in geometric progression with the inclusion of the cerrado biome as appropriate to the development of culture. In the corral also can find great production of organic waste, which are very harmful to the environment both on the healthy condition of the individuals who come into contact with them, since these residues are able to affect living organisms and the evil power of pollution when indiscriminately discarded. The objective was therefore to evaluate the chemical changes of an Oxisol in the corral zone, subject to the planting of organic manure at the plant cultivation of sugar cane (*Saccharum officinarum*), and the materials used were: cattle, litter of turkey, poultry litter, composted manure and chemical fertilization, with levels of nutrients recommended by the CFSMG (1997), for the purpose of comparison of nutrition by organic and chemical fertilizers. Within treatments there was also variation with or without the application of gypsum as well as collecting samples of soil in rainy season and dry. The tests performed consisted of determining Ca, Mg, Al, K, P, N, and S.O.M. in the soil, and its due measurements in both samplings. The results were very satisfactory, as the organic fertilizer obtained the values of soil nutrients close to the chemical fertilizer used in the cultivation of sugar cane, due to the fact that when reducing the pollution potential of using waste and economy at a cost of fertilization, the implantation of organic fertilization in the culture of sugar cane has proved fully viable.

Keywords: organic fertilization, chemical fertilizer, *Saccharum officinarum*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 REVISÃO DE LITERATURA	9
3 MATERIAL E MÉTODOS	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
5 CONCLUSÕES	31
REFERÊNCIAS	32
ANEXO I	34
ANEXO II	35

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, no contexto de conscientização ambiental em que a sociedade encontra-se, pode ser observada cada vez mais a preocupação com a agricultura sustentável, que consiste na produção agrícola voltada para a melhoria e manutenção dos recursos por ela utilizados. A partir desta concepção, as pesquisas procuram desenvolver metodologias que façam utilização dos rejeitos orgânicos nas lavouras sem impactar o meio ambiente. Deste modo, os materiais orgânicos, resultantes das atividades agrícolas, na sua maioria produção animal, podem ser redirecionados, reduzindo assim, o custo de produção da cultura, bem como o potencial poluidor dos mesmos.

Rejeitos como esterco bovino, cama de aviário e suínos cru ou compostados podem ser largamente utilizados na adubação de lavouras em diversas culturas, sem a necessidade da estocagem desordenada a céu aberto não sendo desse modo prejudicial ao ambiente e à saúde humana e animal, devido seu alto poder poluente.

Os adubos orgânicos foram muito utilizados antigamente, e ainda o são, em pequenas propriedades rurais, mas o desenvolvimento de técnicas de adubação química, que são mais fáceis de serem aplicadas e possuem altas concentrações nutricionais reduziu o interesse pelos fertilizantes orgânicos, que está sendo retomado pela preocupação com a sustentabilidade no sistema agrícola.

É notória a capacidade de aumento da fertilidade do solo a partir da aplicação de adubação por rejeitos orgânicos, devido ao fato de que o aproveitamento dos nutrientes pelos animais não ocorre na sua totalidade, ou seja, parte dos nutrientes empregados nas rações não é absorvida pelo organismo e são excretados, resultando em um material com altos teores de nutrientes, que quando aplicado ao solo transfere estas características para o mesmo.

Historicamente a cana de açúcar é um dos principais produtos agrícolas do Brasil, sendo cultivada desde a época da colonização. Do seu processo de industrialização obtém-se como produtos o açúcar nas suas mais variadas formas e tipos tais como açúcar mascavo, açúcar demerara, açúcar cristal, xarope invertido, e ainda o álcool (anidro e hidratado). O vinhoto e o bagaço residuais do processamento da cana-de-açúcar também são reaproveitados como fontes de nutrientes para a cultura, e o aumento da produção desta no Brasil vem se tornando, portanto, cada vez mais intenso.

A partir deste contexto, a aplicação de dejetos na adubação de uma cultura, que ocupa grande extensão de área como a cana-de-açúcar, que possui grande valor na balança comercial

e na condição econômica da sociedade brasileira de modo geral, poderia reduzir custos, beneficiando tanto o produtor, que passa a ter maiores lucros, quanto o consumidor, que teria o preço dos produtos derivados da cana desvinculados dos preços dos fertilizantes químicos, que são, na sua maioria, cotados em dólares.

Algumas empresas do setor agrícola, sensíveis ao apelo da sociedade para a conservação do meio ambiente, passaram a ter como foco não somente a capacidade que os dejetos apresentam em disponibilizar nutrientes para as plantas, mas também seu efeito condicionador nos atributos físicos do solo englobando o conceito ecológico e de sustentabilidade.

O objetivo do trabalho foi, portanto, verificar as condições químicas de um solo com aplicação dos diversos tratamentos, utilizando adubos à base de esterco bovino, cama de frango, cama de peru e adubação compostada, comparando à adubação química usual baseada nos teores de nutrientes contidos no solo. Além dos efeitos nutricionais da adubação orgânica, foram analisadas também as alterações ocorridas na composição química do solo quanto à aplicação e não aplicação de gesso agrícola na cultura em questão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), originária do sudeste da Ásia, é cultivada desde épocas remotas. Planta da família *Poaceae*, com as quais se relaciona, devido às formas de inflorescência por espigas, crescimento do caule em colmos, folhas com lâminas de sílica nas bordas e bainhas abertas (SANTOS et al., 2006).

A cana-de-açúcar possui um sistema radicular diferenciado em relação à exploração das camadas mais profundas do solo quando comparado com o sistema radicular das demais culturas, principalmente as anuais. Por ser uma cultura semiperene e com ciclo de cinco a sete anos, o seu sistema radicular se desenvolve em maior profundidade e assim passa a ter uma estreita relação com pH (entre 6,0 e 6,5), saturação por bases, porcentagem de alumínio, e teores de cálcio nas camadas mais profundas do solo. E estes fatores, por sua vez, estão correlacionados com a produtividade alcançada, principalmente em solos de baixa fertilidade e menor capacidade de reter umidade (SANTOS et al., 2006).

Resultados de pesquisas obtidos nas condições do Estado de São Paulo indicam que, independente da textura, se argilosa ou arenosa, a produtividade decresce dos solos eutróficos, os mais férteis (alta saturação por bases), para os álicos (alta saturação por alumínio), menos férteis (IAIA et al., 2005).

Como exemplo de extremos de produtividade, temos que em Nitossolo Vermelho eutrófico (Terra Roxa Estruturada) as produtividades têm variado entre 110 e 91 toneladas, enquanto em Neossolo Quartzarênico (Areia Quartzosa) estão entre 72 e 64 toneladas de cana-de-açúcar por hectare. Considerando-se somente o tipo de solo, no caso o Latossolo Vermelho, a produtividade também tende a ser função da fertilidade, sendo os eutróficos mais produtivos (94 t ha^{-1}) do que os distróficos (90 t ha^{-1}) ou álicos (87 t ha^{-1}) (IAIA et al., 2005).

A formação e estabilização dos agregados, essencial em qualquer sistema de agricultura para reduzir as perdas por erosão e proporcionar ainda, melhorias na qualidade do ambiente do solo para o adequado crescimento das plantas e microorganismos, são dependentes dos processos químicos, físicos, biológicos e da existência de substâncias orgânicas provenientes da ação dos microorganismos e atividade de raízes.

Desse modo, o estabelecimento de condições químicas em profundidade, principalmente a adequação dos teores de bases, eliminação do Al^{3+} e Mn^{2+} nos latossolos normalmente ácidos e pobres é condição essencial para que as plantas desenvolvam forte e vigoroso sistema radicular (COSTA et al., 2003).

Segundo Iaiá et al. (2005), as gramíneas perenes, dentre as quais a cana-de-açúcar encaixa-se, se destacam com os maiores benefícios ao solo. Estes são atribuídos principalmente ao alto teor de matéria orgânica e de raízes, característicos da cultura, que promovem a aproximação de partículas do solo pela constante absorção e armazenamento de água, reduzindo riscos erosivos. Os efeitos benéficos incluem também as periódicas renovações do sistema radicular e a uniforme distribuição dos exsudatos liberados pelas raízes da cultura, sendo que estas substâncias estimulam a atividade microbiana no solo, aumentando a decomposição da matéria orgânica, que tem como consequência a disponibilização de nutrientes e o aumento da agregação das partículas do solo, resultando em melhoria das condições físicas do mesmo.

Os solos eutróficos são mais produtivos por apresentarem saturação por bases superior a 50% em profundidade, fazendo com que a raiz explore maior volume de solo, possibilitando maior aporte de água. Dessa forma, a absorção de nutrientes é favorecida e a planta passa a suportar veranicos com mais facilidade. Além disso, a elevada saturação por bases favorece a reação desse solo, o que melhora a disponibilidade de nutrientes e permite melhor aproveitamento dos fertilizantes aplicados (STAUT, 2009).

Fica claro que para se obter produtividade satisfatória é necessário proceder à recuperação da fertilidade do solo, tanto nas camadas superficiais, como também em profundidade, quando este não apresentar condição ideal para o cultivo da cana, principalmente quando for distrófico ou álico. Para isso, quantidades de corretivos (calcário e gesso) devem ser utilizadas de maneira a atingir tais objetivos e, conseqüentemente, aumentar a produtividade.

Com a melhoria do perfil de solo em relação à fertilidade, observa-se que solos mais arenosos podem atingir produtividades semelhantes à dos argilosos, principalmente quando a textura for arenosa na superfície, e média ou argilosa na subsuperfície (solos podzolizados). Essa característica confere a esse tipo de solo maior capacidade de armazenar água disponível na subsuperfície, que aliada a melhores condições químicas e físicas permite o aproveitamento da água pelas raízes da cana-de-açúcar. Assim, fica latente a necessidade de se corrigir também a subsuperfície dos solos de baixa fertilidade (IAIA et al., 2005).

Hoje, 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.

Segundo Matos et al. (1998) os dejetos da criação de animais para produção de carne até a década de 70 não constituíam maiores problemas para os criadores e a sociedade, pois a concentração de animais nas propriedades era pequena.

O confinamento e a intensificação da produção, principalmente para a exportação de carne industrializada, no entanto, trouxe como consequência aumento do volume de dejetos produzidos por unidade de área que ainda continuam a ser lançados em cursos d'água, estocados e/ou descartados a céu aberto, sem tratamento prévio, transformando em fonte poluidora, constituindo fator de risco para a saúde humana e animal.

Dentre os adubos orgânicos disponíveis e que podem ser usados na cultura canavieira, barateando os custos de produção, destacam-se o esterco de curral e o de galinha, aplicados principalmente no sulco de plantio. Andrade et al. (2000) afirma que o uso de esterco poderá até mesmo substituir a adubação química de plantio.

Sabe-se que a alimentação representa grande parte do custo final do animal produzido. O aproveitamento das rações efetivamente convertidas em crescimento e aumento de peso atinge a uma média de 40 a 60%, sendo o restante eliminado pelas dejeções. As rações das aves são concentradas e, em função do baixo aproveitamento, mantêm alta concentração de elementos nas dejeções. Esse fato leva a uma incidência elevada no custo final do frango, que pode atingir índices de 20 a 25% (ANDRADE et al., 2000).

Minas Gerais ocupa o terceiro lugar entre os maiores produtores de cana do Brasil, atrás de São Paulo e Paraná, seguido pelos estados de Alagoas e Pernambuco, com uma previsão de produção para a safra de 2007/2008 de 38 milhões de toneladas. Essa produção concentra-se, principalmente, na região do Triângulo Mineiro (MACEDO; NOGUEIRA, 2004).

Desde o início da década de 70, a produtividade de cana e de açúcar, em Minas Gerais, tem aumentado. Esses ganhos são decorrentes do emprego de tecnologia, tanto na área agrícola, como na industrial. Nesse cenário, as variedades ocupam reconhecidamente posição de destaque, sendo a pesquisa fundamental para a continuidade desse processo, principalmente no Cerrado, que apresenta boa distribuição de chuva de outubro a fevereiro e a topografia plana ou suave ondulada. Estas condições fazem com que o Cerrado seja visto com enormes potenciais para a produção intensiva de combustível renovável, sendo a cana de açúcar a alternativa mais viável para as condições de Brasil (COSTA et al., 2003).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de pesquisa teve início em 2007, em área de produção comercial de cana-de-açúcar para industrialização da Usina Uberlândia, localizada na Fazenda Lago Azul, município de Uberlândia-MG, km 28, possuindo as seguintes coordenadas geográficas: 19° 04' 06.39'' de latitude sul, 48° 33' 59.86'' de longitude oeste e altitude de 720 m.

O clima na área, pela classificação de Köppen, predominante é o Aw que se caracteriza como sendo um clima tropical chuvoso (clima de savana), megatérmico, com inverno seco e regime de umidade do solo “ustic”, ou seja, número de dias acumulados secos superior a 90 e inferior a 180 dias.

A precipitação, média de 1550 mm anuais, é caracterizada por um período chuvoso de seis meses (outubro a março), sendo que nos meses de janeiro e dezembro a quantidade precipitada pode atingir de 600 a 900 mm. Julho e agosto são os meses mais secos. A temperatura média do solo a 50 cm de profundidade está em torno de 22° C, sendo classificado pela Soil Taxonomy como “Isohyperthermic” (EMBRAPA, 1982).

O solo da área experimental é o Latossolo Vermelho distrófico típico de textura média (EMBRAPA, 1982). Esta unidade de solo é formada na região pelo retrabalhamento de sedimentos do arenito de Bauru e representa cerca de 60% dos solos dessa região.

A área experimental de 0,9 ha foi dividida em quatro blocos de 10 parcelas de 10m x 15m cada, totalizando 40 parcelas. O espaçamento entre linhas foi de 1,5 m com total de 10 linhas de plantio/parcela, sendo oito para área-útil e duas linhas para bordadura. O preparo do solo foi realizado de acordo com sistema de plantio convencional, consistindo de uma subsolagem, abaixo dos 40 cm, seguida de duas gradagens pesadas. Devido às condições do solo e à alta exigência de cálcio da cultura, foi realizada a calagem e posteriormente duas gradagens.

O processo de abertura dos sulcos para plantio foi realizado por meio de sulcadores tracionados por trator, com sulcos profundos, e a aplicação do adubo foi realizada manualmente nas parcelas de acordo com o croqui da área, sendo que os critérios quantitativos referente a cada tratamento empregado foram calculados de acordo com a recomendação feita pela CFSMG (1999), totalizando adubação de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 120 kg ha⁻¹ de K₂O.

O experimento, disposto em delineamento em blocos casualizados (DBC) com quatro repetições foi constituído de 10 tratamentos, que foram alocados na área de acordo com

sorteio. Os tratamentos constituem-se do uso de dejetos orgânicos e adubação química, com e sem gesso agrícola, em quantidades calculadas tomando-se por base a análise química do solo e a quantidade de P_2O_5 nos dejetos orgânicos aplicados. Tanto a quantidade de gesso quanto a quantidade de P_2O_5 foram estabelecidos segundo a CFSMG (1999), que estabelece que a necessidade da cultura da cana-de-açúcar em P_2O_5 é de 120 Kg/ha, o gesso é recomendado com base no teor de argila do solo. Os tratamentos foram dispostos na área experimental de acordo com o croqui que segue no Anexo.

Os tratamentos testados no experimento foram codificados de acordo com as seguintes nomenclaturas:

T1 – Adubação Química MAP + Gesso Agrícola.

T2 – Adubação Química MAP.

T3 – Cama de Peru + Gesso Agrícola

T4 - Cama de Peru

T5 – Cama de Frango + Gesso Agrícola

T6 – Cama de Frango

T7 – Esterco Bovino Cru + Gesso Agrícola

T8 – Esterco Bovino Cru

T9 – Fertilizante Orgânico Compostado por 21 dias + Gesso Agrícola

T10 – Fertilizante Orgânico Compostado por 21 dias

A caracterização química dos dejetos utilizados de acordo com a análise química laboratorial encontra-se na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1. Análise química dos dejetos utilizados na adubação da cultura.

	N	P_2O_5	K_2O	Ca^{2+}	Mg^{2+}	M.O.S.
Resíduo orgânico %					
Cama de Frango	1,60	1,76	3,0	4,1	0,7	39,50
Cama de Peru	2,24	1,94	3,31	2,7	0,7	53,15
Esterco Bovino	1,34	0,92	1,87	1,2	0,3	34,77
Adubo Compostado	2,7	4,2	2,0	4,2	2,0	----

A análise química inicial do solo onde o experimento foi empregado encontra-se em Anexo para consulta.

O plantio, que foi realizado no dia 01 de maio de 2007, constou da adubação por nitrogênio e fósforo através do uso de MAP (mono amônio fosfato) e potássio através do uso de cloreto de potássio, seguindo as necessidades da cultura constantes na CFSMG (1999).

Após o plantio foi realizada uma aplicação de herbicida pós-emergente para o controle de ervas daninhas.

As avaliações dos efeitos dos tratamentos nos atributos químicos do solo, foram realizadas no mês de janeiro (período chuvoso), e no mês de junho (período seco), com as amostragens de solos efetuadas na região de influência das adubações e crescimento radicular nas profundidades de 0 a 25 cm e 25 a 50 cm.

A primeira coleta foi realizada em janeiro de 2008, época chuvosa na região, sendo que a cultura já se encontrava estabelecida aos 8 meses do plantio, e a segunda foi realizada em julho do mesmo ano, aos 14 meses de idade, prestes à colheita, que se deu aos 18 meses de cultivo.

As amostragens foram realizadas na área através da retirada de amostras de solo no sulco de plantio da cana, nas profundidades de 0 a 25 cm e de 25 a 50 cm respectivamente com o auxílio de uma cavoca ou boca de lobo. As amostras foram então devidamente identificadas e acondicionadas em sacos plásticos de modo a serem transportadas para o laboratório.

Após secas ao ar, as amostras de solo foram preparadas adequadamente, através de peneiramento para obtenção de TFSA (terra fina seca ao ar), e utilizadas nas análises químicas. As amostras coletadas foram submetidas às avaliações dos seguintes atributos químicos: Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Al^{3+} , P meh^{-1} , N , e ainda quantificação de matéria orgânica (M.O.S.), sendo que todas as análises foram realizadas de acordo com o manual estabelecido pela Embrapa (1997).

As análises estatísticas constaram da análise de variância, pelo teste de Tukey a 0,05% de significância, utilizando o programa estatístico SISVAR.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através das análises laboratoriais realizadas, os dados obtidos foram analisados comparando os tratamentos, profundidades e a interação entre tratamentos e profundidades em dois períodos distintos do ano.

A Tabela 2 enumera os dados obtidos na primeira coleta de amostras, devidamente analisados pelo programa estatístico, que foram ilustrados nas Figuras 1, 2, 3, e 4 para melhor visualização das variações.

Tabela 2: Teores de Alumínio (Al^{3+}), Cálcio (Ca^{2+}), Magnésio (Mg^{2+}) e Potássio (K^+) obtidos na amostragem de solo do período chuvoso (janeiro de 2008), em função da profundidade amostrada e tratamentos com dejetos.

Tratamento	Al^{3+}		Ca^{2+}		Mg^{2+}		K^+	
	(cmol _c dm ⁻³)		(cmol _c dm ⁻³)		(cmol _c dm ⁻³)		(mg dm ⁻³)	
	Profundidade		Profundidade		Profundidade		Profundidade	
	0-25	25-50	0-25	25-50	0-25	25-50	0-25	25-50
EB	0,08 abcA	0,08 abA	0,65 abA	0,23 aB	0,25 aA	0,09 bB	13,75 bcA	10,50 bcB
EB + G	0,14 dB	0,05 aA	0,25 eA	0,10 bB	0,10 eB	0,20 aA	20,25 aA	11,00 abcB
CF	0,03 aA	0,16 cdB	0,60 bcA	0,15 abB	0,25 aA	0,10 bB	18,25 aA	8,75 cdB
CF + G	0,10 bcdA	0,19 deB	0,45 dA	0,13 abB	0,15 bA	0,10 bA	10,75 cdB	13,25 aA
CP	0,08 abcA	0,23 efB	0,30 eA	0,13 abB	0,18 bA	0,10 bB	14,50 bA	13,75 aA
CP + G	0,05 abA	0,33 gB	0,73 aA	0,13 abB	0,15 bA	0,15 abA	10,75 cdA	6,50 dB
AQ	0,20 eB	0,11 bcA	0,33 eA	0,10 bB	0,10 cA	0,13 bA	9,75 dB	13,00 abA
AQ + G	0,14 dB	0,10 abA	0,53 cdA	0,15 abB	0,13 bcA	0,13 bA	12,25 bcdA	11,50 abcA
AC	0,13 cdA	0,10 abA	0,33 eA	0,18 abB	0,10 cA	0,15 abA	13,75 bcA	6,50 dB
AC + G	0,13 cdA	0,25 fB	0,28 eA	0,23 aA	0,15 bA	0,13 bA	11,50 bcdA	8,75 cdB
CV (%)	18,87%		17,27%		16,28%		12,42%	

Letras iguais não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey a 0,05% de probabilidade. Letras minúsculas relacionam-se entre linhas e maiúsculas entre colunas do mesmo elemento analisado.

A partir dos dados obtidos para os teores de Al^{3+} (Tabela 2 e Figura 1) e nutrientes no solo, na primeira coleta, ou seja, no período das águas, pode-se observar que na profundidade de 0-25 cm, os tratamentos com esterco bovino, cama de frango e cama de peru na presença ou não de gesso, destacaram-se por apresentarem os menores valores do elemento no solo, superando a adubação química, ao passo que na profundidade de 25-50 cm., os

menores valores foram observados para o esterco bovino na presença e na ausência de gesso, e nas adubações química com gesso e compostada. Quanto aos valores obtidos nas diferentes camadas analisadas, podemos notar que nos tratamentos com esterco bovino na presença de gesso, adubação química, com e sem gesso e na adubação compostada, foram encontradas maiores quantidades de Al^{3+} em camada superficial. Isto pode ser devido ao fato de que esses adubos tenham rápida liberação de nutrientes, e a maior parte dos nutrientes disponibilizados, que se complexam com o Al^{3+} foram carregados para a camada mais profunda, de modo que nesta camada houve maior neutralização do íon tóxico, em comparação à camada superficial. Os dados da Tabela 2 foram ilustrados nos gráficos a seguir para melhor visualização das variações.

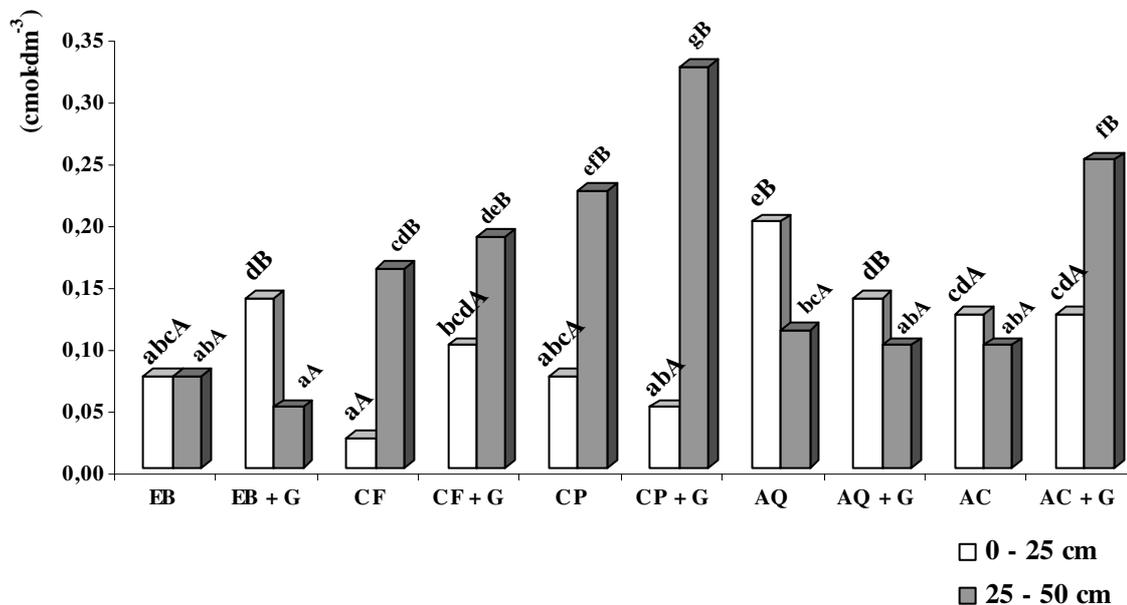


Figura 1: Teores de alumínio comparando tratamentos e camadas do solo a partir de coletas do período de janeiro de 2008.

A respeito dos níveis de Ca^{2+} encontrados no solo, em todos os tratamentos a camada superficial superou a camada de maior profundidade, isto se deve ao fato de que a calagem foi realizada em profundidade de 20 cm. e o cálcio é um elemento pouco móvel no solo, de modo que ele acabou concentrando-se nesta região. Outra explicação, porém, que fundamenta esta afirmação é que as raízes da cana-de-açúcar atingem grandes profundidades, e como é sabido, as partes terminais das raízes são promotoras de grande absorção, podendo esta ser uma explicação para que mesmo em tratamentos com aplicação de gesso tenham sido encontrados

valores superiores na camada superficial. Quanto aos tratamentos, destacaram-se esterco bovino e cama de peru com aplicação de gesso agrícola, que possuem grande quantidade de cálcio na sua constituição, o que é ilustrado na Figura 2.

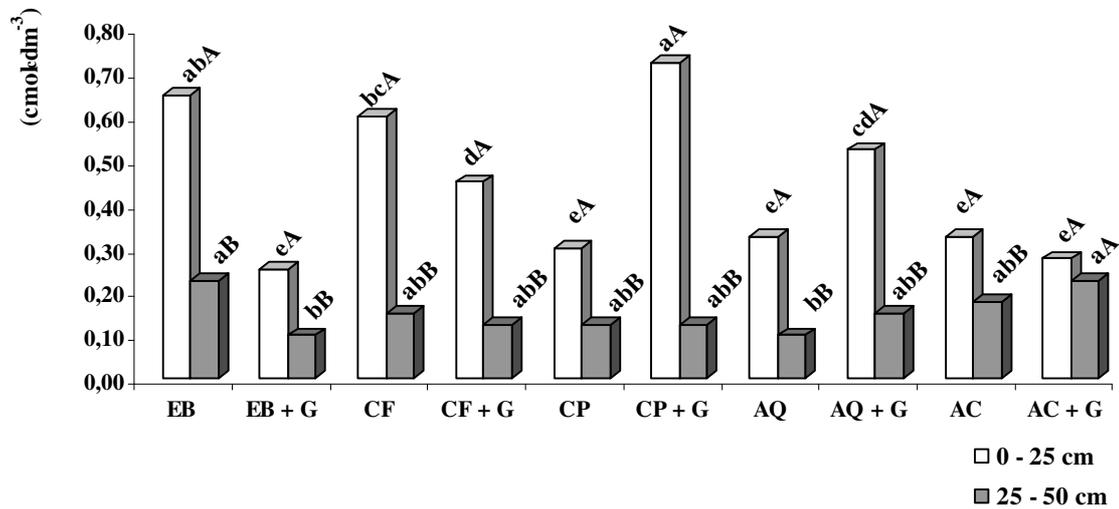


Figura 2: Teores de Cálcio comparando tratamentos e camadas do solo a partir de coletas do período de janeiro de 2008.

Em relação à concentração de Mg^{2+} no solo, dentre os valores encontrados, na camada de 0 a 25 cm. os tratamentos esterco bovino e cama de frango tiveram os melhores resultados em relação aos demais, enquanto em camada de 25 a 50 cm. os tratamentos com esterco bovino e cama de peru, ambos com gesso agrícola e adubação compostada tiveram os maiores valores em Mg^{2+} , que pode ser devido à carreação do íon para camadas mais profundas, quando da presença de gesso pela percolação do mesmo no solo, que acaba por carrear outros íons, e quando da ausência de gesso, pela simples disponibilização do mesmo, e possível lixiviação. O que pode ser comprovado através da Figura 3.

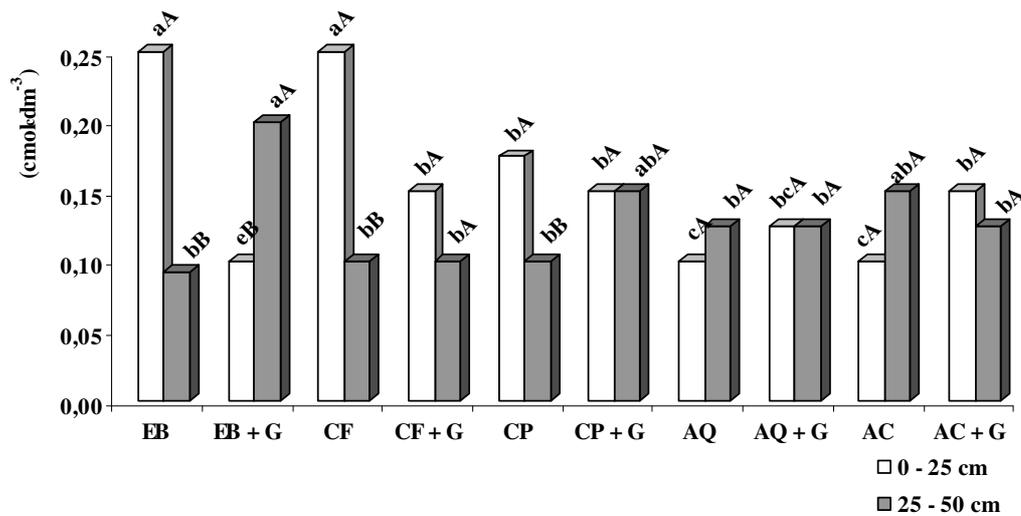


Figura 3: Teores de Magnésio comparando tratamentos e camadas do solo a partir de coletas do período de janeiro de 2008.

Em relação aos valores do nutriente potássio, os tratamentos com melhores resultados foram esterco bovino com aplicação de gesso e cama de frango quando em superfície. Já em subsuperfície, os melhores tratamentos foram esterco bovino e cama de frango, ambos na presença de gesso, cama de peru e adubação química, com e sem gesso. O elemento potássio é muito lixiviado, principalmente em épocas de chuva como nos meses de dezembro e janeiro, de modo que seriam esperadas maiores quantidades do elemento em profundidade. Esta afirmação não procede neste caso, pois se trata de uma cultura com sistema radicular de absorção bastante profundo, e em camadas subsuperficiais ocorre o maior processo de absorção, reduzindo as quantidades de nutrientes nesta camada. Os valores encontrados no solo referentes ao íon potássio estão estabelecidos na Figura 4.

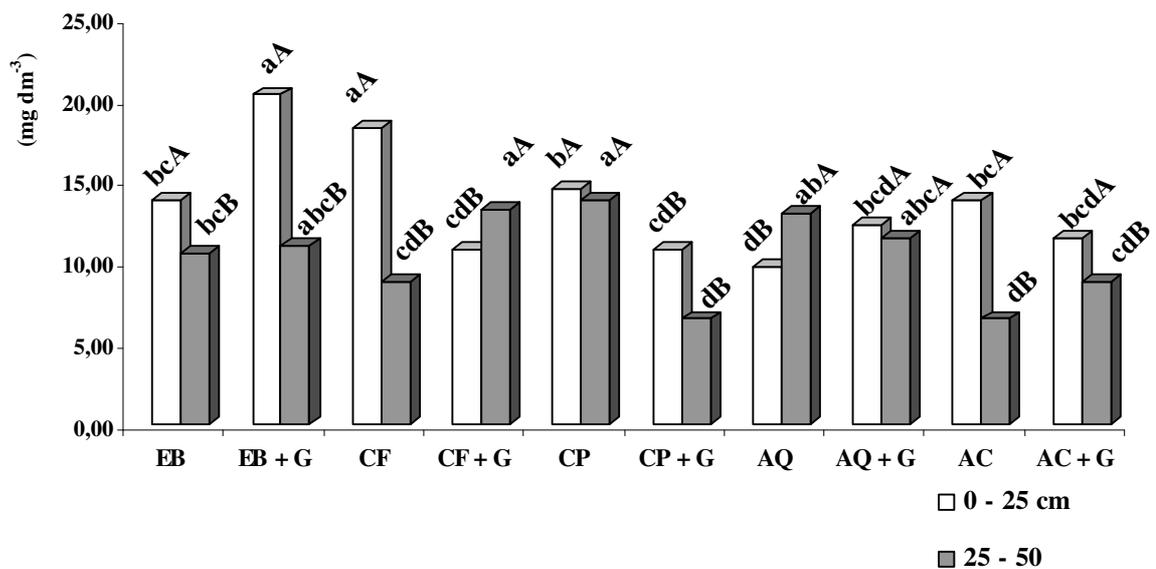


Figura 4: Teores de Potássio comparando tratamentos e camadas do solo a partir de coletas do período de janeiro de 2008.

Os nutrientes fósforo e nitrogênio, além da matéria orgânica são apresentados na Tabela 3, com dados referentes à primeira amostragem de solo realizada na área do experimento, no período de janeiro de 2008.

Tabela 3: Teores de Fósforo, Nitrogênio e Matéria Orgânica obtidos na primeira coleta de amostras (janeiro de 2008), comparando profundidade e tratamentos. UFU, Uberlândia, 2009.

Tratamento	P		N		M.O.S.	
	(mg dm ⁻³)		(dag kg ⁻¹)		(dag kg ⁻¹)	
	Profundidade		Profundidade		Profundidade	
	0-25	25-50	0-25	25-50	0-25	25-50
EB	30,50 abA	25,00 dB	0,05 aA	0,04 aA	1,02 abA	1,00 cA
EB + G	24,75 bA	26,00 cdA	0,04 aA	0,04 aA	0,99 bA	1,04 bcA
CF	30,75 abA	28,25 abcB	0,05 aA	0,05 aA	1,04 abA	0,96 cA
CF + G	30,75 abB	27,50 abcA	0,05 aA	0,05 aA	1,06 abB	1,33 aA
CP	33,25 aA	27,00 bcdB	0,04 aA	0,05 aA	1,00 abA	1,01 bcA
CP + G	28,50 abA	28,00 abcA	0,05 aA	0,04 aA	1,02 abA	0,95 cA
AQ	30,25 abA	26,25 bcdB	0,04 aA	0,04 aA	0,99 abA	1,01 cA
AQ + G	30,25 abA	29,50 aA	0,04 aA	0,05 aA	1,00 abA	1,04 bcA
AC	30,75 abB	28,50 abB	0,04 aA	0,05 aA	1,13 aB	1,35 aA
AC + G	32,00 abB	27,25 abcdB	0,05 aA	0,05 aA	1,02 abB	1,13 bA
CV (%)	3,66%		20,86%		4,84%	

Letras iguais não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey a 0,05% de probabilidade. Letras minúsculas relacionam-se entre linhas e maiúsculas entre colunas do mesmo elemento analisado.

A partir dos dados apresentados na Tabela 3 podem ser feitas observações, ilustradas pelas Figuras 5, 6 e 7, a respeito dos teores de fósforo contidos no solo. Deste modo, nota-se que apenas o tratamento com esterco bovino na presença de gesso diferiu-se dos demais tratamentos por obter o pior resultado, sendo que os tratamentos restantes tiveram resultados estatisticamente iguais na camada de 0 a 25 cm. A interferência pode ter ocorrido pela presença de gesso que percolou o fósforo carreando-o para camadas mais profundas, visto que o fósforo é um elemento pouco móvel no solo, pois é fortemente adsorvido pelos colóides. De modo que esta afirmação fica justificada se for observado o fato de que apenas no tratamento de esterco bovino com gesso a camada de 0 a 25 cm resultou no menor valor quando comparada à camada de 25 a 50 cm, porém dentre os demais este nem foi um dos tratamentos de maiores quantidades, o que ocorreu foi uma percolação demasiada do nutriente em camada de 0 a 25 cm.

Os valores referentes à camada de 25 a 50 cm foram superiores nos tratamentos com adubo à base de cama de frango e adubação compostada, nas duas formas, com e sem gesso, cama de peru e adubo químico, ambos na presença de gesso agrícola. Estes resultados podem ser referentes à aplicação de gesso nesses tratamentos, que acarreta percolação do nutriente nas camadas do solo.

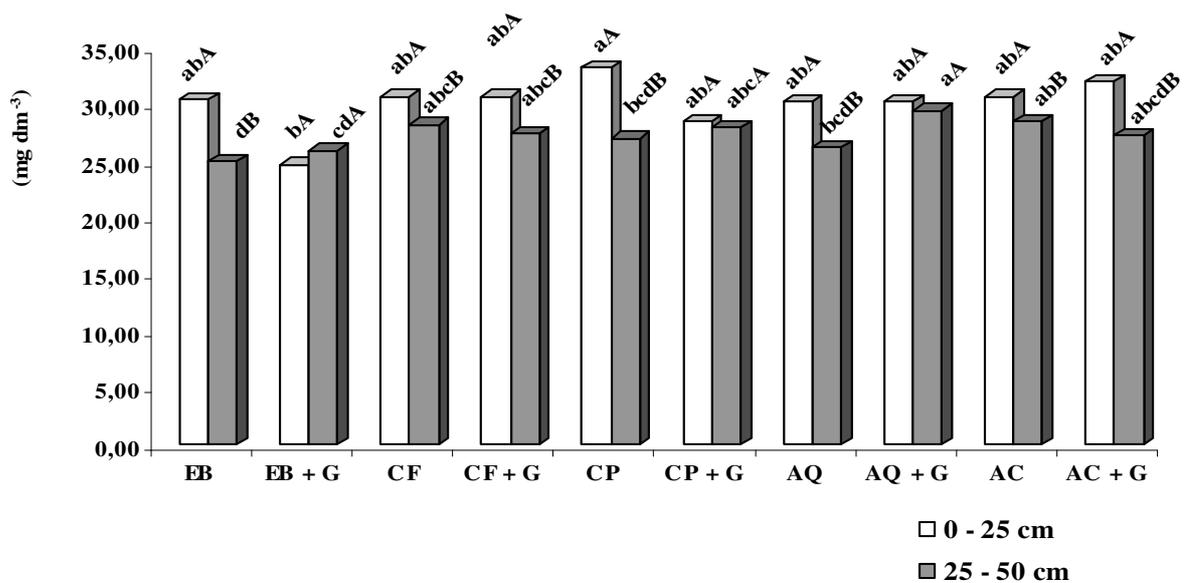


Figura 5: Teores de Fósforo comparando tratamentos e camadas do solo a partir de coletas do período de janeiro de 2008.

Referindo-se aos valores de Nitrogênio encontrados nas amostras da primeira coleta, ou seja no período chuvoso do ano, os tratamentos foram iguais estatisticamente, não diferindo nem entre tratamentos, nem entre profundidades.

Este resultado pode ser explicado pela complexidade dinâmica do elemento em questão, ou seja, o nitrogênio é um elemento bastante dinâmico no solo, sendo que seus valores podem variar de acordo com as horas dos dias, com a temperatura e o regime pluviométrico da época. Deste modo as análises de nitrogênio no solo não são muito empregadas, devido à dificuldade de mensuração do mesmo. Para facilitar a análise do elemento a Figura 6 ilustra os dados contidos na Tabela 3.

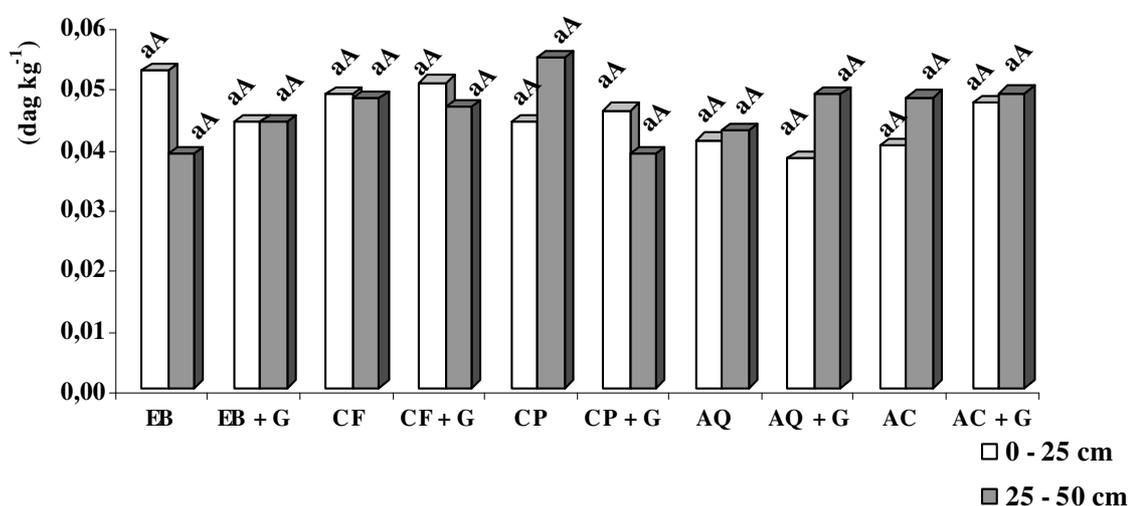


Figura 6: Teores de Nitrogênio comparando tratamentos e camadas do solo a partir de coletas do período de janeiro de 2008.

Em relação à matéria orgânica do solo, na camada de 0 a 20 cm, o tratamento que obteve os menores valores foi o esterco bovino na presença de gesso, sendo que os demais se igualaram estatisticamente, isto é devido à facilidade de degradação deste produto por microorganismos, reduzindo o teor de matéria orgânica nesta camada, que por ventura pode ter sido facilitado pelo emprego do gesso agrícola.

Em camada de 25 a 50 cm. os melhores tratamentos foram, cama de frango com gesso e adubação compostada. A concentração de matéria orgânica na camada de 25 a 50 cm. é indício de que o material tem maior dificuldade de degradação e que os índices de renovação de raízes e formação de sistema radicular foram superiores aos dos outros tratamentos em camadas mais profundas.

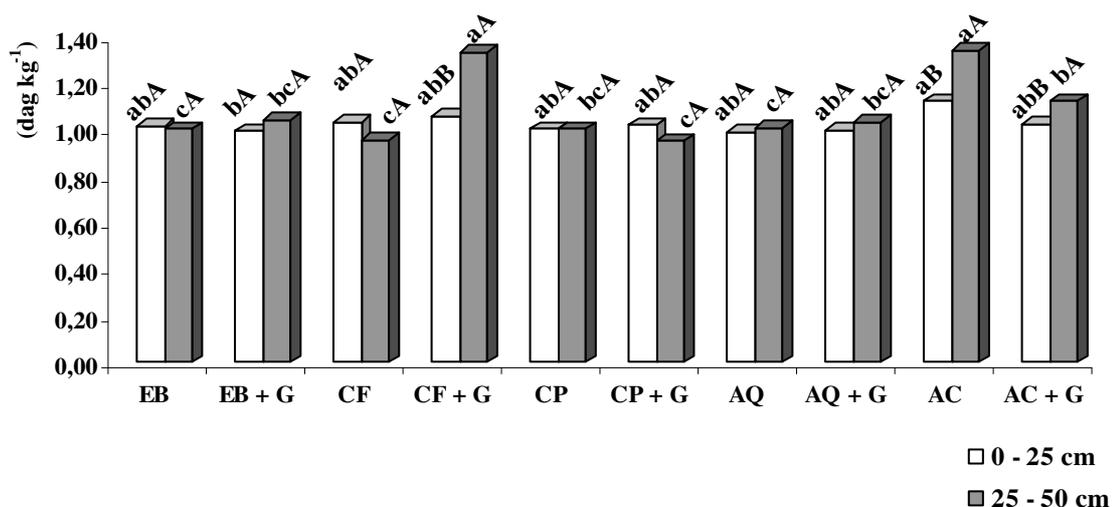


Figura 7: Teores de Matéria Orgânica comparando tratamentos e camadas do solo a partir de coletas do período de janeiro de 2008.

Para elucidar esta afirmativa a Figura 8 traz os dados da quantidade de matéria orgânica contida no solo das amostras referentes às suas profundidades e tratamentos.

A primeira coleta de amostras foi realizada em janeiro de 2008, caracterizando as análises de época chuvosa. Deste modo procedeu-se ainda uma segunda coleta para reafirmar as condições encontradas no solo com a cana-de-açúcar aos 14 meses de idade, em julho de 2008, sendo este um período caracterizado como seco na região (Tabela 4).

Tabela 4: Teores de Alumínio, Cálcio, Magnésio e Potássio obtidos na segunda coleta de amostras (julho de 2008), comparando profundidade e tratamentos. UFU, Uberlândia, 2009

Tratamento	Al ³⁺		Ca ²⁺		Mg ²⁺		K ⁺	
	(cmol _c dm ⁻³)		(cmol _c dm ⁻³)		(cmol _c dm ⁻³)		(mg dm ⁻³)	
	Profundidade		Profundidade		Profundidade		Profundidade	
	0-25	25-50	0-25	25-50	0-25	25-50	0-25	25-50
EB	0,13abcA	0,13abA	0,55abA	0,20aB	0,23aA	0,07cB	12,00bcA	8,50bcB
EB + G	0,18bcB	0,10aA	0,20eA	0,10bB	0,08cB	0,18aA	18,25aA	9,50abcB
CF	0,08aA	0,21cdB	0,53bA	0,13abB	0,23aA	0,08cB	16,25aA	7,25cdB
CF + G	0,15bcA	0,24deB	0,43cA	0,10bB	0,13bcA	0,08cB	9,00dB	11,50abA
CP	0,11abcA	0,25efB	0,23deA	0,10bB	0,16bA	0,08cB	12,25bA	11,75aA
CP + G	0,09abA	0,33gB	0,63aA	0,10bB	0,13bcA	0,13bA	9,00dA	5,50dB
AQ	0,24dB	0,16bcA	0,30dA	0,10bB	0,08cA	0,10bcA	8,00dB	11,25abA

Continua ...

Tratamento	Conclusão ...							
	Al ³⁺		Ca ²⁺		Mg ²⁺		K ⁺	
	(cmol _c dm ⁻³)		(cmol _c dm ⁻³)		(cmol _c dm ⁻³)		(mg dm ⁻³)	
	Profundidade		Profundidade		Profundidade		Profundidade	
	0-25	25-50	0-25	25-50	0-25	25-50	0-25	25-50
AQ + G	0,18cdA	0,15abA	0,53bA	0,10bB	0,11bcA	0,10bcA	10,25bcdA	9,75abcA
AC	0,18 cdA	0,15abA	0,30dA	0,13abB	0,08cB	0,13bA	11,75bcA	5,50dB
AC + G	0,18 cdA	0,26fB	0,23deA	0,20aA	0,13bcA	0,11bcA	9,75cdA	7,25bcB
CV (%)	15,64%		13,56%		12,81%		10,44%	

Letras iguais não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey a 0,05% de probabilidade. Letras minúsculas relacionam-se entre linhas e maiúsculas entre colunas do mesmo elemento analisado.

A partir dos dados da segunda coleta, constantes nas Tabelas 4 e 5, foram produzidos os gráficos a seguir, contendo os teores dos elementos obtidos nas análises químicas do solo.

A discussão dos valores e causas das suas concentrações diferenciadas nas distintas camadas de solo será realizada ao fim da apresentação das Figuras 8, 9, 10 e 11, que se relacionam diretamente com as quantidades encontradas nas análises da coleta de época chuvosa.

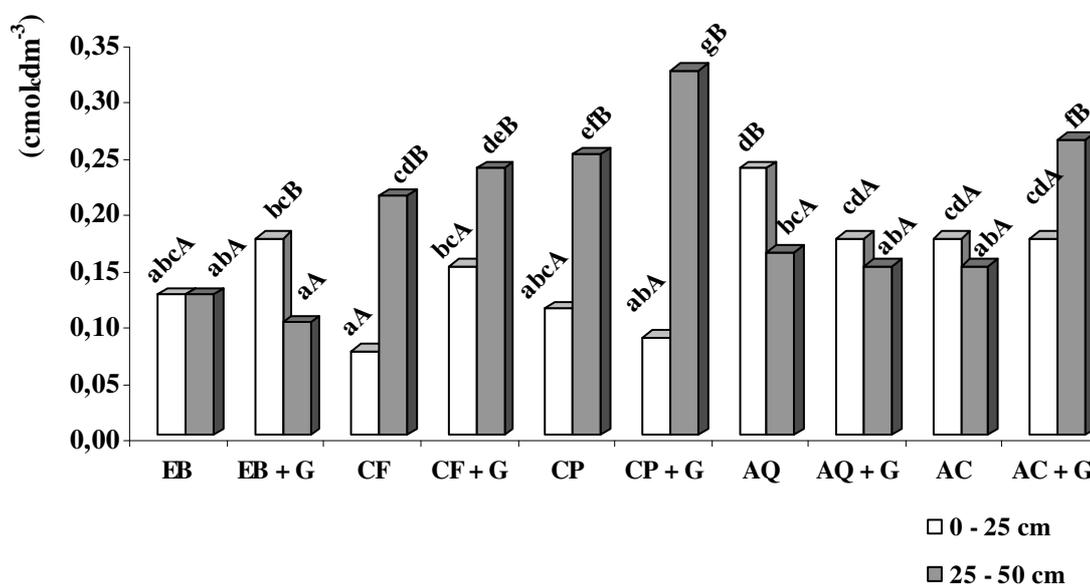


Figura 8: Teores de Alumínio comparando tratamentos e camadas do solo a partir de coletas do período de julho de 2008.

Quanto ao alumínio, na camada superficial os tratamentos com esterco bovino na presença ou não de gesso, cama de peru e adubação química destacaram-se por obter os

menores valores do elemento no solo, ao passo que em subsuperfície os melhores tratamentos foram esterco bovino na presença e ausência de gesso e cama de frango. Na camada subsuperficial os teores de alumínio apresentam-se sempre superiores aos encontrados na camada de 0 a 25 cm. Algumas ressalvas podem ser feitas para os tratamentos com cama de frango e adubação química na presença de gesso, de modo que no primeiro ocorreu maior valor de alumínio em superfície, e no segundo houve igualdade de valores nas diferentes camadas do solo.

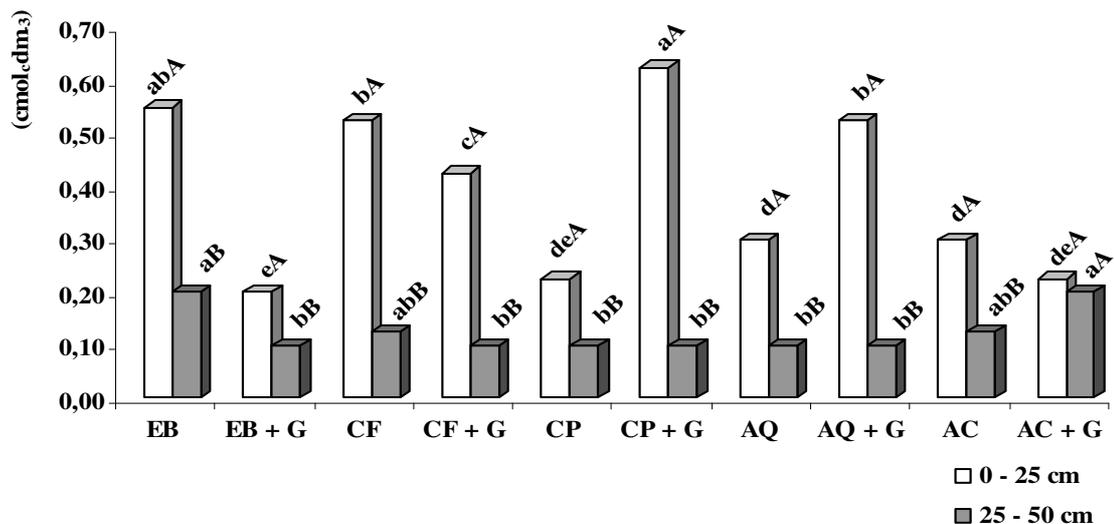


Figura 9: Teores de Cálcio comparando tratamentos e camadas do solo a partir de coletas do período de julho de 2008.

Referente aos elementos Cálcio e Magnésio, percebe-se que assim com na coleta do período chuvoso, as diferenças estatísticas foram encontradas apenas quando comparadas as profundidades, sendo que na camada superficial foram obtidos os maiores valores dos elementos em questão, superando a camada de 25 a 50 cm. Os teores de Cálcio e Magnésio nas profundidades estudadas, encontram-se dispostos nos nas Figuras 10 e 11.

Santos et al. (2001), observaram que a adubação com composto orgânico proporcionou efeito residual sobre a produção de alface, cultivada 80 a 110 dias após a aplicação do composto.

Os autores constataram, ainda, que o aumento da quantidade do adubo orgânico promoveu o aumento dos teores de bases trocáveis (Cálcio, Magnésio e Potássio), de fósforo e dos valores da CTC do solo.

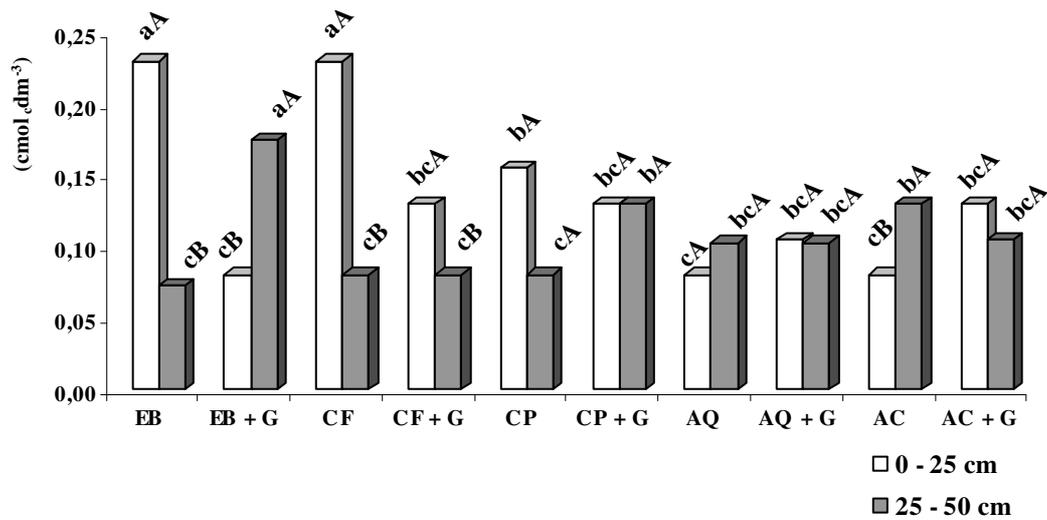


Figura 10: Teores de Magnésio comparando tratamentos e camadas do solo a partir de coletas do período de julho de 2008.

Os efeitos da adubação orgânica vão além de beneficiar as características físicas e biológicas do solo. Também é fonte de nutrientes, pois contém todos os elementos essenciais à vida da planta; contudo, estes se apresentam em baixas concentrações.

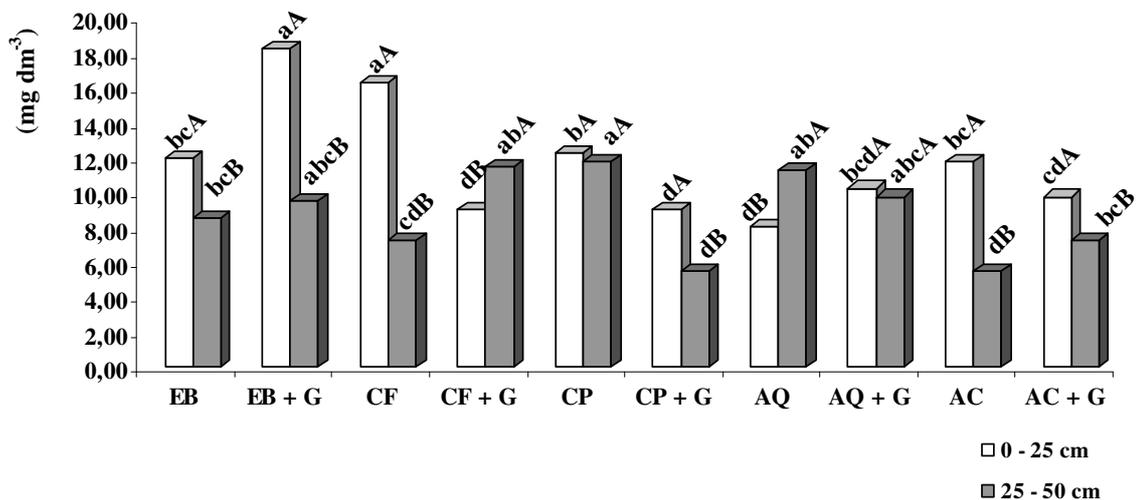


Figura 11: Teores de Potássio comparando tratamentos e camadas do solo a partir de coletas do período de julho de 2008.

Analisando a tabela de dados, pode-se notar que o elemento potássio em camada subsuperficial não diferiu entre tratamentos, porém quando comparado entre profundidades,

com exceção do tratamento esterco bovino na presença de gesso agrícola, a camada de 25 a 50 cm apresentou maiores conteúdos do elemento em relação à camada superficial.

Gramíneas de um modo geral como a cana-de-açúcar, requerem potássio em abundância, sendo o segundo nutriente mais absorvido, e esta absorção tem pico até o fim da fase vegetativa, depois a necessidade da cultura por este elemento reduz e a absorção dele fica quase paralisada.

A Tabela 5 demonstra os dados da segunda coleta, cujos valores estão representados nas Figuras 12, 13 e 14.

Tabela 5: Teores de Fósforo, Nitrogênio e Matéria Orgânica obtidos na segunda coleta de amostras (julho de 2008), comparando profundidade e tratamentos. UFU, Uberlândia, 2009.

Tratamento	P		N		MO	
	(mg dm ⁻³)		(dag kg ⁻¹)		(dag kg ⁻¹)	
	Profundidade		Profundidade		Profundidade	
	0-25	25-50	0-25	25-50	0-25	25-50
EB	26,00bA	21,00dB	0,05aA	0,05aA	1,05aA	1,03bcA
EB + G	20,75cA	22,00cdA	0,05aA	0,05aA	1,03aA	1,07bcA
CF	26,25abcA	24,25abcA	0,06aA	0,06aA	1,07aA	1,00cA
CF + G	27,25abcA	23,50abcB	0,06aA	0,06aA	1,09aB	1,36aA
CP	29,25bcdA	23,00bcdB	0,05aA	0,05aA	1,04aA	1,04bcA
CP + G	25,00abcA	24,00abcA	0,05aA	0,05aA	1,05aA	0,99cA
AQ	26,25bcdA	22,25bcdB	0,05aA	0,06aA	1,03aA	1,03bcA
AQ + G	26,75aA	25,50aA	0,05aA	0,06aA	1,03aA	1,06bcA
AC	27,25abA	24,50abB	0,06aA	0,06aA	1,15aB	1,37aA
AC + G	28,50abcdA	23,25abcdB	0,05aA	0,06aA	1,06aB	1,16bA
CV (%)	4,18%		14,53%		5,46%	

Letras iguais não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey a 0,05% de probabilidade. Letras minúsculas relacionam-se entre linhas e maiúsculas entre colunas do mesmo elemento analisado.

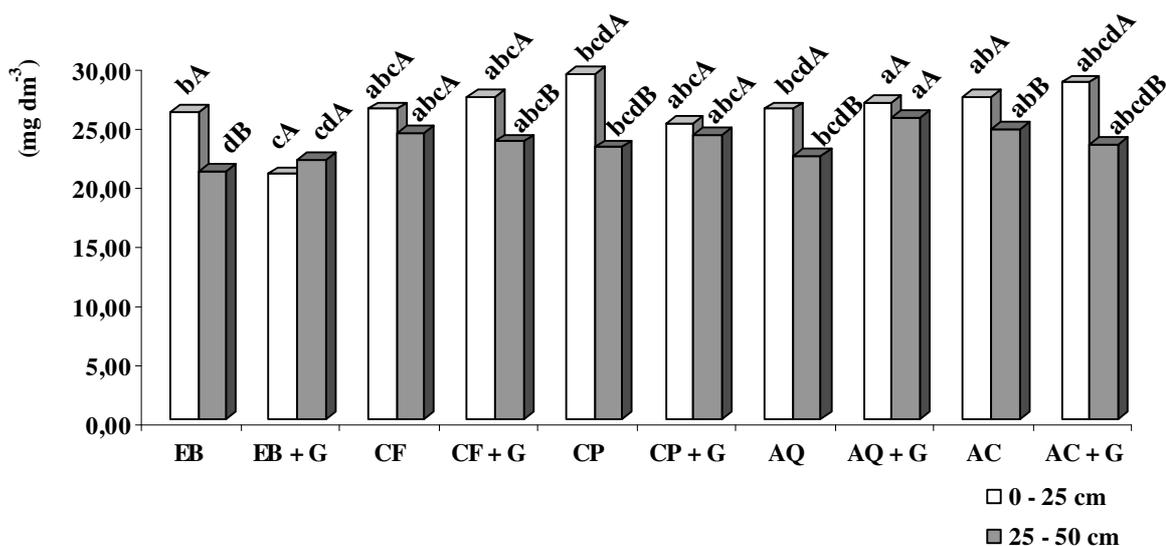


Figura 12: Teores de Fósforo comparando tratamentos e camadas do solo a partir de coletas do período de julho de 2008.

Os tratamentos à base de esterco bovino, cama de peru, adubação compostada e química, todos na presença de gesso, bem como os tratamentos com cama de peru, adubação química e compostada na ausência do mesmo obtiveram os melhores teores de fósforo na camada superficial.

Em profundidade, observa-se que não há diferença estatística entre tratamentos, e quando comparado à camada superficial, esta apresenta maiores teores de fósforo. Salientando novamente o fato da imobilidade deste nutriente no solo.

Os tratamentos cama de peru e cama de frango ambos na presença de gesso são exceção a esta característica, pois obtiveram valores estatisticamente iguais para as duas camadas. Este fato pode ser devido à aplicação do gesso resulta na percolação do nutriente.

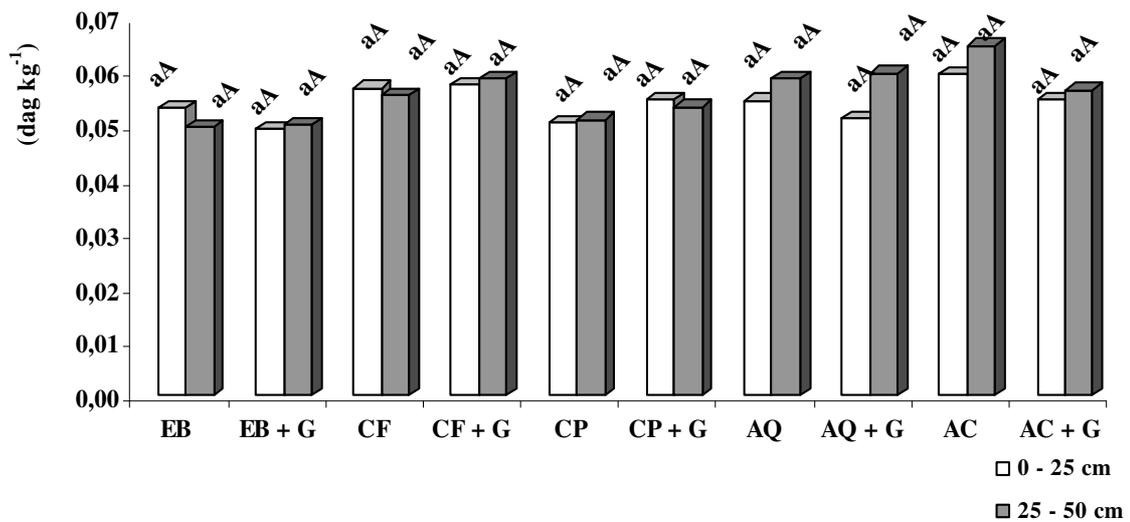


Figura 13: Teores de Nitrogênio comparando tratamentos e camadas do solo a partir de coletas do período de julho de 2008.

De todos os nutrientes, o nitrogênio é o que tem proporcionado resultados mais controvertidos na cultura canieira, dificultando uma recomendação adequada.

A necessidade da cana-de-açúcar por nitrogênio é em parte suprida pelo solo e pela fixação biológica e em parte pelo fornecimento do nutriente por meio de fertilizantes (ANDRADE et al., 2000).

Quanto aos valores de Nitrogênio encontrados nas amostras, na profundidade de 0 a 25 cm, pode-se perceber que o tratamento com cama de peru superou os demais, resultando no maior teor presente no solo.

Porém, em profundidade os tratamentos esterco bovino e cama de frango na presença de gesso agrícola foram os que se destacaram dos demais, conseguindo os melhores teores do nutriente no solo.

Quando comparadas as duas profundidades observa-se que a camada de 25 a 50 cm detém os maiores teores, pois ela no máximo se iguala estatisticamente à camada de 0 a 25, mas em nenhum dos tratamentos é superada pela mesma. O nitrogênio é um elemento muito complexo de composição bastante irregular. Um solo pode ter o seu conteúdo de nitrogênio variando de acordo com as horas de um mesmo dia, em relação à temperatura e à umidade, por isso a complexidade em lidar e recomendar tal nutriente.

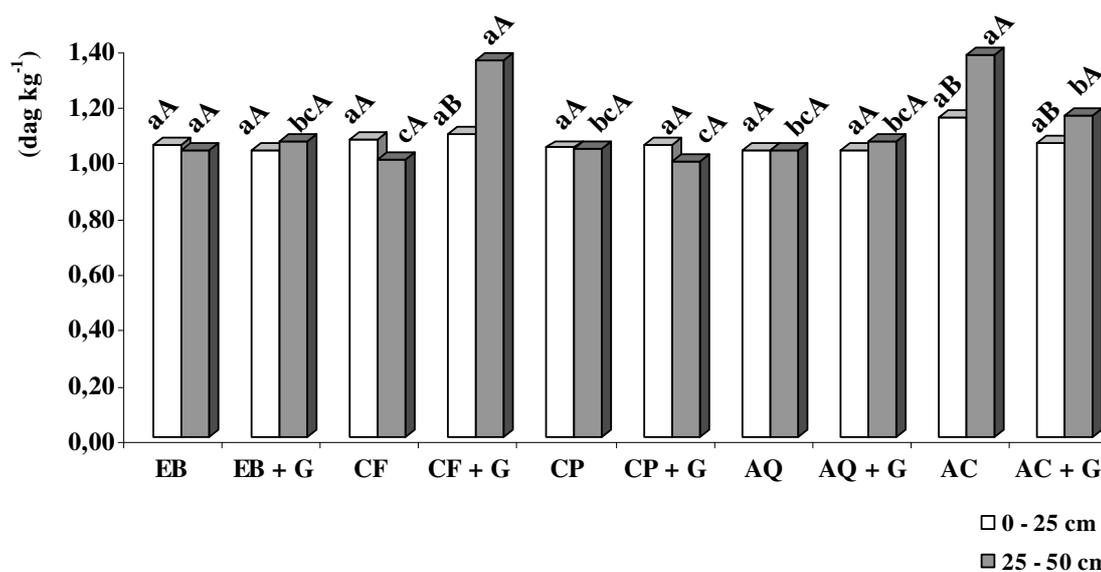


Figura 14: Teores de Matéria Orgânica comparando tratamentos e camadas do solo a partir de coletas do período de julho de 2008.

Em relação à matéria orgânica a camada de 0 a 25 cm obteve piores valores, com exceção do tratamento com cama de peru no qual a matéria orgânica foi encontrada em maior quantidade na camada superficial. Este resultado pode ser explicado pelo fato de que a massa vegetal presente no solo, pelo desenvolvimento radicular da planta é aproximadamente a mesma da parte aérea, portanto ocorre a formação de matéria orgânica no solo à profundidade devido à morte e decomposição de raízes.

Se comparados apenas os tratamentos dentro da mesma profundidade, 0 a 25 cm, o tratamento com cama de peru se distingue dos demais diferindo estatisticamente.

Analisando a camada subsuperficial chega-se à conclusão de que os tratamentos cama de frango e adubo compostado, ambos na presença de gesso agrícola, e esterco bovino obtiveram melhores resultados em acumular matéria orgânica no solo em camadas profundas.

A matéria orgânica adicionada ao solo não disponibiliza, de imediato, as quantidades totais dos nutrientes para as plantas. Desse modo, a aplicação contínua de fertilizantes orgânicos tende a favorecer o acúmulo gradual dos nutrientes no solo, propiciando um efeito residual para os cultivos subseqüentes (EMBRAPA, 2006).

A qualidade de um composto não é decorrência somente do tipo de resíduo, como também dos processos utilizados no preparo. Os produtos, assim obtidos, apresentam como características comuns, percentuais elevados de matéria orgânica e quantidades razoáveis de macro e micronutrientes, o que possibilita o uso na fertilização do solo (CRAVO et al. 1998).

A matéria orgânica decompõe-se nos solos tropicais e subtropicais úmidos, com grande rapidez: 1 a 2 kg m⁻² ao ano (EMBRAPA, 2006).

Entre outros efeitos, os adubos orgânicos aumentam a ação microbiana, a aeração e a disponibilidade de água no solo, favorecendo a infiltração e a retenção, regulando a temperatura do solo, evitando a compactação e auxiliando no controle dos processos erosivos. Favorecem a absorção dos nutrientes existentes ou adicionados no solo, por fornecer quininas que aumentam a respiração das plantas.

Fornecem fenóis, que dão maiores condições às plantas de resistirem às doenças, propicia menor perda de nutrientes por lixiviação e por complexos orgânicos com metais pesados.

Os adubos orgânicos melhoram a estrutura do solo. A interação de tais efeitos justifica as respostas favoráveis da cultura à adubação orgânica.

5 CONCLUSÕES

A partir dos dados obtidos e as interpretações que foram realizadas pode-se concluir que a adubação da cana-de-açúcar com resíduos orgânicos é viável. Esta afirmativa procede se forem analisadas as condições de que a adubação orgânica igualou-se em média geral à adubação química usual, ou seja, adubação orgânica supriu as necessidades nutricionais da cultura tão bem quanto a adubação química.

Desse modo, se aliarmos a eficiência deste tipo de adubação aos componentes de custo e melhoria ambiental, a adubação orgânica tem reforçadas suas vantagens, visto que os resíduos utilizados possuem menor preço de mercado quando comparados aos formulados, e que se corretamente manejados, revertem-se em fornecedores de nutrientes para a produção de alimentos e melhoradores das condições físicas, químicas e biológicas do solo, não esquecendo da melhoria ambiental pela redução do potencial poluidor dos mesmos.

Em termos de aplicação de gesso, a prática deve ser feita analisando que a cultura em questão possui sistema radicular muito profundo, e o gesso agrícola como condicionador de solo promove percolação dos nutrientes pouco móveis do solo, resultando em maior disponibilidade nutricional em profundidade.

REFERÊNCIAS

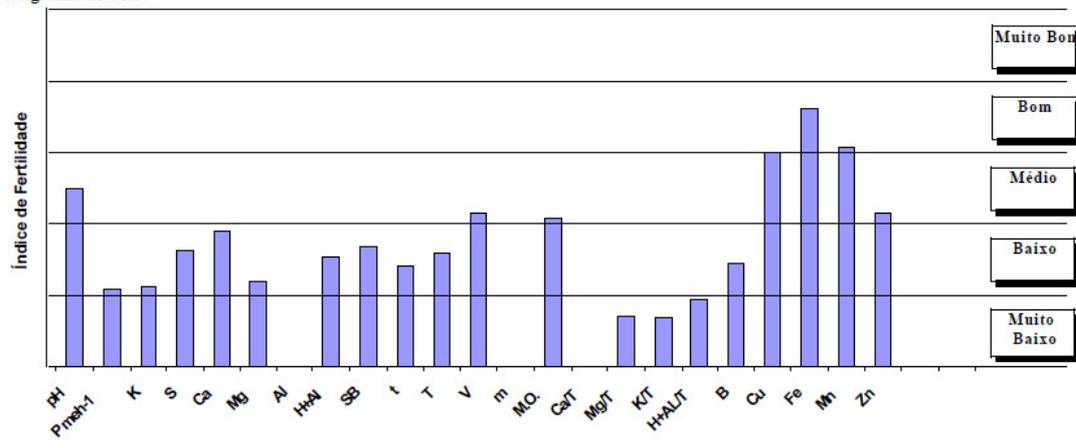
- ANDRADE, L.A.B., BOCARDO, M.R.,CORREA, J.B.D.,CARVALHO,G. J. de. Efeitos do nitrogênio aplicado nas formas fluida ou sólida, em soqueira de cana-de-açúcar. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.2, p.516-520, 2000.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS – CFSEMG. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, EDUFV, 1999. 359 p.
- COSTA, F.S.; ALBUQUERQUE, J.A.; BAYER, C.; FONTOURA, S.M.V.; WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetado pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p. 527-535, 2003.
- CRAVO, M. S.; MURAOKA, T.; GINÉ, M. F. Caracterização química de compostos de lixo urbano de algumas usinas brasileiras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, p. 547-553, 1998.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, EMBRAPA, 1997, 212p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação de aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro**, Rio de Janeiro, EMBRAPA, 1982, 526p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Fertilidade dos solos e adubação orgânica**. Sete Lagoas, EMBRAPA Milho e Sorgo, 2006. Versão eletrônica, 2ª ed., 2006, 306p.
- IAIA, A. M.; MAIA, J. C. S.; KIM, M. E. Uso do penetrômetro eletrônico na avaliação da resistência do solo cultivado com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.2 , p.523-530, 10 nov. 2005.
- MACEDO, I. C.; NOGUEIRA, L. A. H. **Avaliação da Expansão da Produção de Etanol no Brasil**. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Brasília, D.F., 2004. Disponível em: <<http://www.apta.sp.gov.br/cana/anexos/bc18.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2009.
- MATOS, A. T.;VIDIGAL, S.M.; SEDIYAMA, M. A. N.; GARCIA, N.C.P.; RIBEIRO, M.F. Compostagem de alguns resíduos orgânicos utilizando-se água residuárias da suinocultura como fontes de nitrogênio. **Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Viçosa, v.2. n.2, p.199-203, 1998.
- SANTOS, R. V.; EVANGELISTA,A.R.; PINTO, J.C.; FILHO, C.C.C.C.;SOUZA, R.M. Composição da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) e das silagens com diferentes aditivos em duas idades de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n. 6, p.1184-1189, nov. 2006.

SANTOS, R. H. S.; SILVA, F. da; CASALI, V. W. D.; CONDE, A. R. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n.11, p. 1395-1398, 2001.

STAUT, L. A. **Condições dos solos para o cultivo de cana de açúcar. 2006.** Disponível em: <http://www.cpa.embrapa.br/portal/artigos/artigos/artigo18.html>. Acesso em: 23 de maio de 2009.

ANEXO I

Análise de solo da área, na camada de 0 a 25 cm. antes do plantio da cana-de-açúcar.

		UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLOS													
		Data 22/2/2007 Laudo Nº: 2252/2007													
		Av. Amazonas, s/nº - Bloco 4C Sala 102 Campus Umarama - Uberlândia - MG Fone/ Fax (034) 3218-2225 Ramal 215 e-mail: labas@umarama.ufu.br													
Solicitante: CIA ENERG. AÇUCAR E ALCOOL DO TRIANGULO MINEIR		Município: UBERLÂNDIA - MG													
Proprietário: DEVANIR FERNANDES		Telefone: (34)3210-9607													
Propriedade: FAZ. SANTO EXPEDITO		Convênio: PRODUTOR													
Identificação da Amostra: Nº Labas: SPR-4407 Identificação: 02 0-25 CM															
Resultados da Análise Química:															
pH Água	P meh-1	P rem.	P resina	K ⁺	S-SO ₄ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	T	V	m	M.O.
5,7	6,9	ns	ns	18,0	2	1,1	0,2	0,0	1,8	1,4	1,40	3,20	43	0	2,1
Relação entre bases:				Relação entre bases e T (%):				B Cu Fe Mn Zn							
Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/T	Mg/T	K/T	H+Al/T	Ca+Mg/T	Ca+Mg+K/T						
5,5	22,0	4,0	26,0	35	6	2	57	41	43	0,09	0,8	23	5,3	0,6	
Resultados da Análise Textura:				Observações:											
Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	ns = Não solicitado / SB = Soma de Bases / t = CTC efetiva / T = CTC a pH 7,0 / V = Sat. Base / m = Sat. Alumínio P, K = [HCl 0,05 mol L ⁻¹ + H ₂ SO ₄ 0,0125 mol L ⁻¹], S-SO ₄ ⁻ = [Fosfato Monobásico Cálcio 0,01 mol L ⁻¹]; Ca, Mg, Al [KCl 1 mol L ⁻¹]; H+Al = [Solução Tampão- SMP a pH 7,5]; M.O. = Método Colorimétrico; Análise de Textura = Método da Pipeta; B = [BaCl ₂ · 2H ₂ O 0,125% à quente]; Cu, Fe, Mn, Zn = [DTPA 0,005 mol L ⁻¹ + TEA 0,1 mol ⁻¹ + CaCl ₂ 0,01 mol L ⁻¹ a pH 7,3]											
ns	ns	ns	ns												
Níveis ideais de nutrientes no solo segundo Boletim de recomendação CFSEMG(1999). Obs: P resina e S-SO ₄ ⁻ , B, Cu, Fe, Mn, Zn fonte: Boletim Técnico 100, IAC (1997).												Argila P meh-1 60 - 100 4 1 - 6 35 - 60 8 1 - 12 15 - 35 15 1 - 20 0 - 15 18 1 - 25		P rem P meh-1 0 - 4 6 1 - 9 4 - 10 8 5 - 12 5 10 - 19 1 5 - 17 5 19 - 30 1 5 9 - 24 30 - 44 2 1 9 - 33 44 - 60 3 0 1 - 4 5	
pH Água	P Resina	K ⁺	S-SO ₄ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	T					
5,5 - 6,5	41 - 80	> 80	> 10	2,4 - 4,0	0,9 - 1,5	< 0,2	< 2,0	3,6 - 6,0	4,6 - 8,0	8,6 - 15,0					
V	m	M.O.													
60 - 80	< 20	2,1 - 4,5													
Fertigrama do Solo:															
															
Observações:															
A interpretação de Al, H+Al, m e H+Al/T lê-se Alto e Muito Alto no lugar de Bom e Muito Bom. Fertigrama apresentado como mera sugestão ilustrativa. O laboratório não responsabiliza por interpretações dos resultados das análises. Para recomendações de calagem e adubação, consulte um Engenheiro Agrônomo. Este laudo não tem fins jurídicos. Após noventa dias todas as amostras serão descartadas.															
												Eng ^o . Agr. Regina Maria Quintao Lana Responsável Técnico CREA: 50.347 / D			
Página 3 de 16															

ANEXO II

Análise de solo da área, na camada de 25 a 50 cm. antes do plantio da cana-de-açúcar.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLOS																																																																																											
Data 22/2/2007 Laudo Nº: 2252/2007 Av. Amazonas, s/nº - Bloco 4C Sala 102 Campus Umuarama - Uberlândia - MG Fone/ Fax (034) 3218-2225 Ramal 215 e-mail: labas@umuarama.ufu.br																																																																																											
Solicitante: CIA ENERG. AÇUCAR E ALCOOL DO TRIANGULO MINEIR Município: UBERLÂNDIA - MG Proprietário: DEVANIR FERNANDES Telefone: (34)3210-9607 Propriedade: FAZ. SANTO EXPEDITO Convênio: PRODUTOR Identificação da Amostra: Nº Labas: SPR-4408 Identificação: 02 25-50 CM																																																																																											
Resultados da Análise Química:																																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH Água</th> <th>P meh-1</th> <th>P rem.</th> <th>P resina</th> <th>K⁺</th> <th>S-SO₄⁼</th> <th>Ca²⁺</th> <th>Mg²⁺</th> <th>Al³⁺</th> <th>H+Al</th> <th>SB</th> <th>t</th> <th>T</th> <th>V</th> <th>m</th> <th>M.O.</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>mg dm⁻³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>%</td> <td></td> <td>dag kg⁻¹</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5,2</td> <td>0,7</td> <td>ns</td> <td>ns</td> <td>15,0</td> <td>8</td> <td>0,5</td> <td>0,1</td> <td>0,2</td> <td>2,0</td> <td>0,6</td> <td>0,80</td> <td>2,60</td> <td>24</td> <td>24</td> <td>0,8</td> </tr> </tbody> </table>	pH Água	P meh-1	P rem.	P resina	K ⁺	S-SO ₄ ⁼	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	T	V	m	M.O.				mg dm ⁻³										%		dag kg ⁻¹	5,2	0,7	ns	ns	15,0	8	0,5	0,1	0,2	2,0	0,6	0,80	2,60	24	24	0,8	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Relação entre bases:</th> <th colspan="4">Relação entre bases e T (%):</th> <th>B</th> <th>Cu</th> <th>Fe</th> <th>Mn</th> <th>Zn</th> </tr> <tr> <th>Ca/Mg</th> <th>Ca/K</th> <th>Mg/K</th> <th>Ca+Mg/K</th> <th>Ca/T</th> <th>Mg/T</th> <th>K/T</th> <th>H+Al/T</th> <th>Ca+Mg/T</th> <th>Ca+Mg+K/T</th> <th colspan="4">mg dm⁻³</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5,0</td> <td>12,5</td> <td>2,5</td> <td>15,0</td> <td>19</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>76</td> <td>23</td> <td>24</td> <td>0,09</td> <td>0,7</td> <td>19</td> <td>1,6</td> <td>0,6</td> </tr> </tbody> </table>	Relação entre bases:				Relação entre bases e T (%):				B	Cu	Fe	Mn	Zn	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/T	Mg/T	K/T	H+Al/T	Ca+Mg/T	Ca+Mg+K/T	mg dm ⁻³				5,0	12,5	2,5	15,0	19	4	2	76	23	24	0,09	0,7	19	1,6	0,6
pH Água	P meh-1	P rem.	P resina	K ⁺	S-SO ₄ ⁼	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	T	V	m	M.O.																																																																												
			mg dm ⁻³										%		dag kg ⁻¹																																																																												
5,2	0,7	ns	ns	15,0	8	0,5	0,1	0,2	2,0	0,6	0,80	2,60	24	24	0,8																																																																												
Relação entre bases:				Relação entre bases e T (%):				B	Cu	Fe	Mn	Zn																																																																															
Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/T	Mg/T	K/T	H+Al/T	Ca+Mg/T	Ca+Mg+K/T	mg dm ⁻³																																																																																	
5,0	12,5	2,5	15,0	19	4	2	76	23	24	0,09	0,7	19	1,6	0,6																																																																													
Resultados da Análise Textura:																																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Areia Grossa</th> <th>Areia Fina</th> <th>Silte</th> <th>Argila</th> </tr> <tr> <td colspan="4">g kg⁻¹</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ns</td> <td>ns</td> <td>ns</td> <td>ns</td> </tr> </tbody> </table>	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	g kg ⁻¹				ns	ns	ns	ns	Observações: ns = Não solicitado / SB = Soma de Bases / t = CTC efetiva / T = CTC a pH 7,0 / V = Sat. Base / m = Sat. Alumínio P, K = [HCl 0,05 mol L ⁻¹ + H ₂ SO ₄ 0,0125 mol L ⁻¹], S-SO ₄ ⁼ = [Fosfato Monobásico Cálcio 0,01 mol L ⁻¹]; Ca, Mg, Al, [KCl 1 mol L ⁻¹]; H+Al = [Solução Tampão- SMP a pH 7,5]; M.O. = Método Colorimétrico; Análise de Textura = Método da Pipeta; B = [BaCl ₂ · 2H ₂ O 0,125% à quente]; Cu, Fe, Mn, Zn = [DTPA 0,005 mol L ⁻¹ + TEA 0,1 mol L ⁻¹ + CaCl ₂ 0,01 mol L ⁻¹ a pH 7,3]																																																																														
Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila																																																																																								
g kg ⁻¹																																																																																											
ns	ns	ns	ns																																																																																								
Níveis ideais de nutrientes no solo segundo Boletim de recomendação CFSEMG(1999). Obs: P resina e S-SO ₄ ⁼ ; B, Cu, Fe, Mn, Zn fonte: Boletim Técnico 100, IAC (1997).																																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH Água</th> <th>P Resina</th> <th>K⁺</th> <th>S-SO₄⁼</th> <th>Ca²⁺</th> <th>Mg²⁺</th> <th>Al³⁺</th> <th>H+Al</th> <th>SB</th> <th>t</th> <th>T</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5,5 - 6,5</td> <td>41 - 80</td> <td>> 80</td> <td>> 10</td> <td>2,4 - 4,0</td> <td>0,9 - 1,5</td> <td>< 0,2</td> <td>< 2,0</td> <td>3,6 - 6,0</td> <td>4,6 - 8,0</td> <td>8,6 - 15,0</td> </tr> </tbody> </table>	pH Água	P Resina	K ⁺	S-SO ₄ ⁼	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	T	5,5 - 6,5	41 - 80	> 80	> 10	2,4 - 4,0	0,9 - 1,5	< 0,2	< 2,0	3,6 - 6,0	4,6 - 8,0	8,6 - 15,0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Areia</th> <th>P meh-1</th> <th>P rem</th> <th>P meh-1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>60 - 100</td> <td>4 - 6</td> <td>0 - 4</td> <td>6 - 9</td> </tr> <tr> <td>35 - 60</td> <td>8 - 12</td> <td>4 - 10</td> <td>8,5 - 12,5</td> </tr> <tr> <td>15 - 35</td> <td>15 - 20</td> <td>10 - 19</td> <td>1,5 - 17,5</td> </tr> <tr> <td>0 - 15</td> <td>18 - 25</td> <td>19 - 30</td> <td>15,9 - 24</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>30 - 44</td> <td>21,9 - 33</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>44 - 60</td> <td>30,1 - 45</td> </tr> </tbody> </table>	Areia	P meh-1	P rem	P meh-1	60 - 100	4 - 6	0 - 4	6 - 9	35 - 60	8 - 12	4 - 10	8,5 - 12,5	15 - 35	15 - 20	10 - 19	1,5 - 17,5	0 - 15	18 - 25	19 - 30	15,9 - 24			30 - 44	21,9 - 33			44 - 60	30,1 - 45																																								
pH Água	P Resina	K ⁺	S-SO ₄ ⁼	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	T																																																																																	
5,5 - 6,5	41 - 80	> 80	> 10	2,4 - 4,0	0,9 - 1,5	< 0,2	< 2,0	3,6 - 6,0	4,6 - 8,0	8,6 - 15,0																																																																																	
Areia	P meh-1	P rem	P meh-1																																																																																								
60 - 100	4 - 6	0 - 4	6 - 9																																																																																								
35 - 60	8 - 12	4 - 10	8,5 - 12,5																																																																																								
15 - 35	15 - 20	10 - 19	1,5 - 17,5																																																																																								
0 - 15	18 - 25	19 - 30	15,9 - 24																																																																																								
		30 - 44	21,9 - 33																																																																																								
		44 - 60	30,1 - 45																																																																																								
Fertograma do Solo:																																																																																											
Observações: A interpretação de Al, H+Al, m e H+Al/T lê-se Alto e Muito Alto no lugar de Bom e Muito Bom. Fertograma apresentado como mera sugestão ilustrativa. O laboratório não responsabiliza por interpretações dos resultados das análises. Para recomendações de calagem e adubação, consulte um Engenheiro Agrônomo. Este laudo não tem fins jurídicos. Após noventa dias todas as amostras serão descartadas.																																																																																											
Eng ^a . Agr. Regina Maria Quintao Lana Responsável Técnico CREA: 50.347 / D																																																																																											