

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

VINÍCIUS ALVES PIASSA

**SOLUBILIDADE DE FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS PELETIZADOS À
BASE DE BIOSSÓLIDO E TORTA DE FILTRO**

UBERLÂNDIA – MG
2020

VINÍCIUS ALVES PIASSA

**SOLUBILIDADE DE FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS PELETIZADOS À
BASE DE BIOSÓLIDO E TORTA DE FILTRO**

Trabalho apresentado como requisito parcial para a
obtenção do título de Eng. Agrônomo pelo
Instituto de Ciências Agrárias da Universidade
Federal de Uberlândia.

Orientador: Dr. Prof. Reginaldo de Camargo

UBERLÂNDIA
2020

VINÍCIUS ALVES PIASSA

**SOLUBILIDADE DE FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS PELETIZADOS À
BASE DE BÍOSSÓLIDO E TORTA DE FILTRO**

Trabalho apresentado como requisito parcial
para a obtenção do título de Eng. Agrônomo
pelo Instituto de Ciências Agrárias da
Universidade Federal de Uberlândia

A banca examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso, em sessão pública realizada em
Uberlândia/MG no dia 24 de novembro de 2020, considerou o
candidato: _____

Dr. Prof. Reginaldo de Camargo
UFU

Prof. Beno Wendling
UFU

Pós-doutorando Miguel Henrique Rosa Franco
UFU

Uberlândia – MG, 24 de novembro de 2020

Dedico este trabalho a Deus. Agradeço aos meu pais, minha irmã e irmão que tanto contribuíram para minha formação acadêmica, profissional e pessoal.

RESUMO

Devido à grande evolução na agricultura, a fertilidade do solo passou a englobar vários aspectos. Além da disponibilidade de nutrientes essenciais às plantas, outro fator fundamental para grandes produtividades é a sustentabilidade do sistema. Sendo assim, o aproveitamento de resíduos se torna cada vez mais necessário e utilizado neste meio. A utilização de torta de filtro já é uma realidade nas áreas de usinas de cana-de-açúcar. No entanto, o uso de lodo de esgoto tende a crescer, uma vez que este possui grande riqueza nutricional para os solos. O objetivo deste trabalho foi analisar a **solubilidade de nutrientes** provenientes de fertilizantes organominerais peletizados com biossólido e torta de filtro. O experimento foi conduzido entre 19/09/2016 a 19/11/2016, em casa de vegetação no Campus Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia. Foi elaborado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, no esquema fatorial 3x5+1, referente a três fertilizantes: fertilizantes organominerais peletizados com resíduos orgânicos diferentes (biossólido ou torta de filtro) e fertilizante mineral; cinco doses dos fertilizantes, referentes à dose padrão de P_2O_5 na cultura do milho, seus percentuais (60%, 80%, 100%, 120% e 140%), e uma testemunha, com ausência de adubação. A formulação dos fertilizantes deu-se nas concentrações de 5-17-10. Realizou-se um teste de incubação em solo de textura franco-arenosa, coletado na fazenda experimental do Glória da Universidade Federal de Uberlândia. Cada parcela experimental foi constituída de um pote plástico contendo 1 Kg de TFSA (Terra Fina Seca ao Ar) acrescido da fonte de fertilizante em sua devida dose. Os fertilizantes foram acondicionados sobre uma tela, situada em torno de 1 cm abaixo da superfície do solo e enterrada. O período de incubação foi de 60 dias, tendo sido feitas três coletas de subamostras, aos 5, 15 e 60 dias de experimento. Foram realizadas análises químicas para determinação dos teores de nutrientes no solo. Observou-se que os fertilizantes organominerais peletizados com biossólido ou torta de filtro possuem liberação lenta de nutrientes. Os fertilizantes organominerais possibilitam relações de bases mais equilibradas no solo, garantindo um balanço mais adequado de nutrientes com maior soma de bases, capacidade de troca catiônica e saturação por bases.

Palavras-chave: Resíduos Agroindustriais, Lodo de Esgoto, liberação gradual, Incubação, Fertilizante Peletizado.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1. Fertilidade do solo e matéria orgânica	8
2.2. Uso de resíduos orgânicos na agricultura	8
2.3. Lodo de esgoto e utilização na agricultura.....	9
2.4. Torta de filtro e utilização na agricultura.....	11
2.5. Fertilizantes organominerais.....	11
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
3.1. Condução	16
3.2. Análise estatística	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1. Nutrientes do solo.....	18
5 CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

Na agricultura o manejo de fertilidade tem como principal função a disponibilidade de nutrientes do solo para as plantas cultivadas. Postulados modernos da ciência do solo buscam outras demandas, como sustentabilidade do sistema, utilização de matérias orgânicas para o enriquecimento do solo, solubilidade e dinâmica das fontes de nutrientes e além do mais o efeito residual dos fertilizantes.

As atividades antrópicas geram muitos resíduos que afetam diretamente mananciais, áreas de aterros e regiões circundantes. Sendo claro que as consequências não são apenas ambientais, mas sociais também. Muitos destes resíduos não possuem destinação clara, sendo a agricultura um setor muito promissor para tal destinação (ROSSOL, et al 2012).

Alguns desses resíduos já possuem sua utilização consolidada na agricultura como, por exemplo, a torta de filtro. Esta é um subproduto obtido a partir da produção de cana-de-açúcar que tem contribuído para a consolidação de um setor mais sustentável, pois através do seu uso as usinas têm uma economia com o uso de fertilizantes minerais (FAVRET et al., 2010).

Pires e Matiazzo (2008) entendem que o lodo de esgoto cujo é um subproduto obtido a partir das estações de tratamento de esgotos (ETEs) vem aumentando juntamente com o crescimento das cidades. Este material com alto poder poluente ainda encontra muitas dificuldades de ser reaproveitado no Brasil. Porém, através de técnicas de esterilização e estabilização vem se tornando possível a utilização do mesmo na agricultura. O produto obtido após os processos de estabilização e esterilização do lodo de esgoto é chamado de bio sólido.

O desenvolvimento da indústria de fertilizantes organominerais peletizados, embora ainda recente, tem absorvido esses subprodutos, agregando valor a passivos ambientais. Entretanto, a pesquisa agropecuária ainda tem um enorme campo a ser percorrido, visto que fontes orgânicas como estas, tão variáveis mostram a necessidade de melhor conhecimento para o cultivo agrícola, como sua solubilidade e alterações físico-químicas promovidas no solo fertilizantes (PELÁ, 2005; LOSS, 2011). O objetivo deste trabalho foi analisar a solubilidade de nutrientes provenientes de fertilizantes organominerais peletizados com bio sólido e torta de filtro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Fertilidade do solo e matéria orgânica

Solos florestais, subtropicais e tropicais altamente intemperizados existem elementos essenciais relacionados a capacidade produtiva: a retenção de cátions, retenção e infiltração de água, complexação de elementos tóxicos e de micronutrientes, estabilidade da estrutura, aeração e atividade de biomassa microbiana (BM). A serapilheira e a matéria orgânica do solo (MOS) são nutrientes importantíssimos para a reciclagem da vitalidade dos biomas e para sua manutenção (LOSS, 2011)

Em pesquisa sobre adubação orgânica, Ribeiro et al. (1999), discorrem sobre as vantagens da utilização de adubação orgânica na composição da fertilidade dos solos. A utilização de adubação orgânica tem capacidade de elevar a capacidade de troca de cátions, principalmente em solos intemperizados ou arenosos. Contribui ainda mais para a agregação das partículas do solo, de tal forma reduzindo a plasticidade, coesão do solo e a sensibilidade a processos erosivos; aumenta a capacidade de retenção de água; através da mineralização intensifica a disponibilidade de nutrientes; contribui diretamente para a redução da fixação do fósforo. Através dos ácidos orgânicos provenientes da decomposição da matéria orgânica é potencializado a disponibilidade de nutrientes para as plantas devido a dinamização da solubilidade dos minerais do solo; sendo a principal fonte de nutrientes e energia para os micro-organismos do solo.

2.2. Uso de resíduos orgânicos na agricultura

Nos setores industriais e urbanos sempre são gerados grandes volumes de resíduos orgânicos, de modo geral não é feito o tratamento e a destinação adequada. Esses resíduos em grande escala são oriundos do avanço industrial causando problemas ambientais. A utilização desses resíduos na agricultura tem se mostrado muito favorável tendo em vista a falta de locais para a destinação final. Essa matéria orgânica quando devolvida ao solo poderá além de evitar a contaminação e degradação de recursos hídricos; contribuir na produção de biocombustíveis, fibras, alimentos e forrageiras (PIRES e MATTIAZZO, 2008; ROSSOL et al., 2012).

Assim como resíduos orgânicos obtidos no primeiro setor os de origem animal, também se observa um volume elevado de materiais obtidos no meio urbano e industrial, o próprio lodo de esgoto, lixo; subprodutos agroindustriais e industriais, como bagaços e torta de filtro. Nesses casos deve se atentar de forma mais criteriosa às características do material, bem como

esterilização e estabilização; tendo em vista que a sua diversidade de origens pode impactar na sua contaminação por elementos tóxicos ou na riqueza de nutrientes (MAGELA, 2017).

De acordo com Magela (2017), é extremamente necessário obedecer as etapas de preparo dos resíduos orgânicos, que vão desde o levantamento das garantias químicas do material, bem como as propriedades biológicas do mesmo.

Para Pires e Matiazzo (2008), a avaliação de garantias dos resíduos orgânicos deve estar alinhada com a máxima uniformidade do material, e a adequada amostragem buscando caracterizar adequadamente. De tal modo deve conhecer os teores de nutrientes essenciais contidos no resíduo e as características agrônômicas relevantes. Os autores ainda sim consideram que é importante determinar o quão relevante o material é economicamente, levando em consideração a possibilidade de aproveitamento do composto em formulações e a demanda do mercado. Deve ser levado em consideração a viabilidade de comercialização e aplicação do composto, tanto no aspecto tecnológico quanto no econômico.

O respectivo resíduo tendo sua usabilidade confirmada, cabe a adequação do mesmo à aplicação agrícola. A compostagem cuja consiste na produção de matéria orgânica na forma humificada, é um dos principais processos de adequação dos resíduos orgânicos à produção agrícola. Ao final do processo, o composto estará livre de patógenos, apresentará estrutura fofa, cheiro agradável, temperatura ambiente e pH próximo de 7 (OLIVEIRA et al. 2005).

Outros processos devem ser aplicados para materiais diferentes. No caso em estudo trata-se do uso de torta de filtro e lodo de esgoto.

2.3. Lodo de esgoto e utilização na agricultura

A sociedade em resposta da necessidade cada vez mais urgente de recuperar o meio ambiente, aumenta gradativamente sua colaboração e cobrança de intervenções para despoluir mananciais, rios e biomas em geral. Mesmo precário ou inexistente na maior parte do território nacional, uma das atividades destacadas para melhoria da qualidade de vida é tratamento de esgotos. As águas e dejetos depositadas nela devem em sua totalidade, serem destinados as estações de tratamento de esgoto (ETEs); para serem submetidos a processos que tornem possível o retorno da água de forma potável ao ambiente, disponibilizada em geral e separando o resíduo gerado que é denominado de lodo de esgoto. Os denominados lodos de esgoto nada

mais são do que resíduos semissólidos de constituição orgânica, possuindo cerca de 30 a 40% de carbono (QUINTANA et al., 2011)

A destinação final do lodo de esgoto é um problema facilmente observado, normalmente é remetido à deposição oceânica e florestal, incineração ou a aterros sanitários (havendo elevados custos de manutenção, além de conter risco de contaminação de solos e lençóis freáticos). De acordo com Quintana et al. (2011), direcionar o lodo de esgoto para utilização agrícola como fertilizantes e/ou condicionador do solo é uma alternativa promissora, uma vez que eles podem afetar a dinâmica da matéria orgânica devido a sua composição e processos de mineralização após aplicações sucessivas, podendo assim causar impacto no estoque de carbono.

Bettol e Camargo (2000) acentuam que embora o lodo de esgoto possa ser usado na agricultura, atividade florestal, reuso industrial e recuperação de solos de forma satisfatória, deve se observar a origem e qualidade do material. Deve se considerar ainda os índices de agentes patológicos e metais pesados que podem estar presentes. Aspectos como: limitações ambientais e edáficas, taxa de aplicação e cultura recomendada devem ser respeitados no processo de reciclagem do material.

Embora o lodo de esgoto apresente grande potencialidade para uso como biofertilizante, ainda é necessário estudos para que possa determiná-lo como matéria-prima para que se confirme a segurança de seu uso tanto ao meio ambiente como à saúde humana (QUINTANA et al., 2011).

O uso do lodo de esgoto na agricultura não é aleatório no Brasil assim como em diversos países da Europa (Alemanha, Suécia, entre outros), havendo assim pesquisas relacionadas a complexidade dos resíduos depositados no solo, como para os nutrientes mostrando que muitos cuidados devem ser tomados (SAITO, 2007).

Quintana et al. (2011) trazem que o biossólido é tratado e passado por rigorosos controles de qualidade para que possa ser utilizado como fertilizante, assim garantindo parâmetros de eficácia e higienização. Sua utilização quando comparada com fertilizantes industriais traz redução de gastos econômicos e energético destinados a fertilização do solo.

Solos fertilizados com lodo de esgoto apresentam mudanças qualitativas da MO, podendo ser associada ao aumento da concentração dos ácidos fúlvicos e húmicos, evidenciando assim um menor grau de humificação da MO e residual do biossólido provavelmente (QUINTANA, 2006).

2.4. Torta de filtro e utilização na agricultura

Alguns resíduos orgânicos são originados de sistemas industriais que, quando manejados e aplicados ao solo de maneira adequada, podem proporcionar melhorias nas características biológicas, físicas e químicas do solo. Um ótimo exemplo de referência são os rejeitos das indústrias sucroalcooleira, em média são gerados 30 kg de torta de filtro para cada tonelada de cana processada. A torta de filtro é obtida a partir do processo de clarificação do caldo obtido em moenda, onde o caldo aquecido recebe uma solução de hidróxido de cálcio e enxofre favorecendo a elevação do pH, tornando se possível a floculação de substâncias orgânicas coloidais. São compostos insolubilizados formam um lodo após a evaporação do caldo clarificado e limpo. Este lodo passa por um processo de filtração a vácuo para retirar a sacarose ainda presente, ao lodo mistura se um bagaço de cana finamente moído. Esse processo é necessário para dar ao lodo uma consistência necessária para a filtração a vácuo, que dá origem à torta de filtro (NOGUEIRA e GARCIA, 2013).

Por se tratar de um resíduo com elevado teor de matéria orgânica, sacarose, fragmentos de cana em diferentes tamanhos, fosfatados de cálcio e partículas de solo, muitos agricultores nas regiões de produção de açúcar fertilizam o solo somente com a torta de filtro. De tal forma os custos com a produção são reduzidos de maneira significativa. Fatores como região de produção, variedade e estágio fisiológico da cana processada, bem como os materiais utilizados no processo de clarificação do caldo irão interferir na composição química média da torta de filtro (FAVRET et al., 2010).

Há anos vem sendo observado os benefícios da aplicação da torta de filtro sobre a produtividade das lavouras e fertilidade do sol. A torta de filtro é um resíduo com elevado teor de nutrientes, como Ca^{2+} , S-SO_4 e P_2O_5 , enriquecido com matéria orgânica e da mesma forma que o vermicomposto, possui capacidade de estimular o desenvolvimento vegetal (MOLINA, 1995; BUSATO, 2008).

2.5. Fertilizantes organominerais

Há aproximadamente 150 anos foram introduzidos os fertilizantes minerais como aditivos para fertilizar o solo, porém antes dessa prática o esterco e o composto já eram utilizados constituindo, praticamente a única fonte extra de nutrientes disponível para a agricultura tradicional. Quando comparada ao uso de fertilizantes minerais, houve uma redução

da utilização de fertilizantes orgânicos desencadeada pela implementação de novas tecnologias na agricultura. Recentemente o interesse pela utilização mais coerente e sustentável de resíduos agrícolas, é retomada gradativamente com a degradação da qualidade física do solo e a alta de preço dos fertilizantes minerais (OLIVEIRA et al. 2005).

De acordo com Oliveira et al. (2005) uma alternativa para revitalizar os solos é a utilização de fertilizantes organominerais. É importante salientar que o elemento vegetal não tem a capacidade de diferenciar nutrientes oriundo da mineralização da matéria orgânica ou de fertilizantes minerais, contudo, a qualidade física do solo é altamente dependente da fonte do nutriente e, quando orgânica os benefícios nos atributos físico-químicos do solo são notórios. Pode se destacar benefícios na agregação do solo; melhor equilíbrio na relação sólidos e vazios do solo; equilíbrio entre macro e microporos; o que refletira diretamente na absorção dos nutrientes e, como consequência no desenvolvimento da cultura em questão.

Fertilizantes organominerais de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) pela legislação brasileira define que, são aqueles produzidos pela associação entre fontes orgânicas e fontes minerais. O MAPA (2017) destaca, em relação à Legislação de Fertilizantes, a Instrução Normativa N° 25 – Nova redação cita duas classes (A e B), sendo distinguidas pela origem dos resíduos, a classe A é representada por matérias-primas tipicamente agrícolas, enquanto a classe B é representada pelas tipicamente industriais e urbanas, incluindo dejetos sanitários; entretanto qualquer resíduo tanto da classe A como da B deve ser produto seguro para utilização agrícola.

De acordo com Pelá (2005) embora os fertilizantes orgânicos apresentem baixas concentrações de N, P e K quando adicionados à adubação mineral, geram resultados positivos as plantas. Pois apresentam um melhor emprego dos nutrientes através do sincronismo de liberação através do desenvolvimento das plantas. Na segunda safra a adubação orgânica demonstra um efeito acumulativo quando comparado com adubação mineral, este efeito é explicado devido ao efeito residual que os fertilizantes orgânicos possuem.

A produção de fertilizantes organominerais sendo aumentada irá impactar diretamente na demanda externa de fertilizantes NPK. Os fatores ambientais e socioeconômicos que essa produção impactara justifica o incentivo no setor, já que não irá impactar diretamente na formação dos preços ou na dependência brasileira por exportação de fertilizantes (PELÁ, 2005; LOSS, 2011).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada no Campus Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), com as coordenadas de 18°91'86" S de latitude e 48°27'72" W de longitude, a uma altitude aproximada de 800 metros acima do nível do mar, no período 19/09/2016 a 19/11/2016.

O experimento foi elaborado em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições no esquema fatorial 3x5+1, referente a três fertilizantes: fertilizante organomineral peletizados com bio sólido, fertilizante organomineral peletizados com torta de filtro e fertilizante mineral; cinco doses das três fontes, utilizou um referencial a dose padrão de P_2O_5 na cultura do milho, e seus percentuais em 60%, 80%, 100%, 120% e 140% da dose padrão, bem como a testemunha. Como fontes de nitrogênio, fósforo e potássio foram utilizados ureia, MAP e cloreto de potássio, respectivamente.

As doses dos fertilizantes descritas acima foram definidas tendo como referencial, o teor de P_2O_5 a ser aplicado no solo e seguindo a "Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais" (5ª Aproximação), sendo que 120 kg ha⁻¹ referiu-se a 100% da dose de fertilizante para suprir a necessidade em P_2O_5 de culturas importantes, como o milho (RIBEIRO, et al. 1999).

Os fertilizantes organominerais ficaram com uma formulação nas concentrações de 05-17-10 com 10% de carbono orgânico total, a formulação para o fertilizante mineral foi a mesma, excluindo-se apenas o COT.

O lodo de esgoto foi adquirido na estação de tratamento de esgoto do Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE), localizado no município de Uberlândia-MG. Por meio da metodologia de Alves Filho (2014), o lodo de esgoto foi higienizado com cal hidratada a fim de eliminar qualquer tipo de patógeno e realizar a estabilização biológica e também a redução da umidade. Já a torta de filtro foi obtida da Usina Vale do Tijuco de produção sucroalcooleira, no município de Uberlândia-MG. A Tabela 1 apresenta as características químicas do bio sólido e da torta de filtro que foram analisadas no Laboratório de Análise de Solos (LABAS) da UFU.

Tabela 1. Características químicas do biossólido e da torta de filtro.

	pH _{água} (1:2,5)	COT	N Total	P ₂ O ₅ Total	K ₂ O	Relação C/N
		-----%				
Biossólido	12,65	19,8	1,0	2,8	0,30	28/1
Torta de Filtro	6,81	24,0	1,0	1,1	0,27	14/1

Caracterizado conforme a metodologia da Embrapa (2013). COT: Carbono orgânico total.

A empresa Geociclo foi a responsável pela formulação dos fertilizantes organominerais. Para realizar tal formulação foi necessário fazer um balanceamento da fórmula por meio da adição de componentes minerais à base orgânica. De tal modo alcançou-se a fórmula 05-17-10. A Tabela 2 apresenta a composição dos fertilizantes de base orgânica após o balanceamento.

Tabela 2. Composição balanceada dos fertilizantes organominerais peletizados com biossólido e torta de filtro

Componente	Composição		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CO	Ca	Umida de
	-----%							
Biossólido	49,62		1,0	2,8	0,3	19,8	0,0	8,0
Torta de Filtro	48,15		1,0	1,12	0,27	24,0	0,0	8,0
MAP	30,02*	31,66°	11,0	52,0	0,0	0,0	0,0	3,0
Ureia	2,67*	2,30°	45,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
KCl	16,98*	17,02°	0,0	0,0	58,0	0,0	0,0	1,0
Ulexita	0,70*	0,74°	0,0	0,0	0,0	0,0	11,7	10,0
Total Biossólido	100,00		5,0	17,0	10,0	9,82	0,08	5,14
Total Torta de Filtro	100,00		5,0	17,0	10,0	11,6	0,09	5,08

A coluna composição refere-se ao percentual em massa de cada um dos componentes da primeira coluna. Excetuando-se os componentes “Biossólido” e “Torta de Filtro”, que são a base orgânica de cada fertilizante, os demais representam os componentes minerais, sendo que os valores sinalizados com * representam a composição do fertilizante organomineral peletizado com biossólido, e os valores sinalizados com ° representam a composição do fertilizante organomineral peletizado com torta de filtro.

O processo de peletização se deu através da mistura prévia da base mineral com a base orgânica. Essa mistura foi colocada na peletizadora contendo uma umidade de 20%, e após o processamento o produto final apresentou umidade de 10%. O *pellet* saiu com dimensões aproximadas de 0,8 mm de diâmetro e 5 mm de comprimento, sua dureza final foi de 5 kgf/cm³.



Figura 1: Pellets dos fertilizantes organominerais.

O detalhamento de cada tratamento em relação à dose de nutrientes aplicados no teste, com base nos teores dos fertilizantes formulados é mostrado na tabela 3.

Tabela 3. Diferentes doses e fontes no teste de incubação.

Nº	Fontes	Dose relativa	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	CO
		-----%-----					
1	Biossólido	60	21,2	72,0	42,4	0,3	41,6
2	Biossólido	80	28,2	96,0	56,5	0,5	55,5
3	Biossólido	100	35,3	120,0	70,6	0,6	69,3
4	Biossólido	120	42,4	144,0	84,7	0,7	83,2
5	Biossólido	140	49,4	168,0	98,8	0,8	97,0
6	Torta de filtro	60	21,2	72,0	42,4	0,4	49,0
7	Torta de filtro	80	28,2	96,0	56,5	0,5	65,3
8	Torta de filtro	100	35,3	120,0	70,6	0,6	81,6
9	Torta de filtro	120	42,4	144,0	84,7	0,8	97,9
10	Torta de filtro	140	49,4	168,0	98,8	0,9	114,2
11	Mineral	60	21,2	72,0	42,4	0,0	0,0
12	Mineral	80	28,2	96,0	56,5	0,0	0,0
13	Mineral	100	35,3	120,0	70,6	0,0	0,0
14	Mineral	120	42,4	144,0	84,7	0,0	0,0
15	Mineral	140	49,4	168,0	98,8	0,0	0,0
16	Testemunha	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

As doses de P₂O₅ se basearam na dose padrão de 120kg ha⁻¹, sendo os demais teores proporcionais a essa dose. No caso dos outros nutrientes, os valores são referentes à fórmula dos fertilizantes (5-17-10).

O solo utilizado para a condução do experimento foi de textura franco-arenosa, coletado na fazenda experimental do Glória da Universidade Federal de Uberlândia. Seus atributos químicos e físicos são demonstrados nas Tabelas 4 e 5, respectivamente.

Tabela 4. Caracterização química do solo utilizado. Uberlândia, 2016.

pH	P me ^h -1	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	T	V	m	M.O.	C.O
H ₂ O	---mg dm ⁻³ ---		-----cmolc.dm ⁻³ -----								-----%-----		--dag Kg ⁻¹ --
4,9	0,7	0,03	0,2	0,1	0,2	2,50	0,33	0,58	2,83	12	43	1,0	0,6

Caracterizado conforme metodologia de Raij et al. (2001).

Tabela 5. Caracterização textural da amostra de 0-20 cm dos solos utilizados nos experimentos de incubação.

Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila
----- g kg ⁻¹ -----			
431	387	31	151

Análise textural pelo Método da Pipeta (Embrapa, 1999).

3.1. Condução

Foi utilizada a metodologia do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) “Solubilidade de Fertilizantes Contendo Silício - Método de Incubação”, versão 15.2010 modificada pelo Laboratório de Tecnologia de Fertilizantes (LAFER), da UFU.”

Cada parcela do experimento foi constituída por um pote plástico contendo 1 kg de TFSA (terra fina seca ao ar), acrescido de sua fonte de fertilizante na respectiva dose. Acondicionados em telas, os fertilizantes foram colocados a 1 cm de profundidade a partir da superfície do solo do pote. Sendo esse o fator diferente do método original, em que o fertilizante era incorporado ao solo através da agitação de ambos em um saco plástico. Tal adaptação foi realizada para que se pudesse observar a solubilidade de cada uma das fontes. Após o acondicionamento correto dos fertilizantes, o conjunto foi umedecido até que a capacidade de campo do solo chegasse próximo de 80%, tal umidade foi mantida ao longo do experimento. Com o objetivo de favorecer as reações, a adição de água se deu por diferença de peso (Figura 2).



Figura 2. Parcela experimental.

Durante o período de incubação de 60 dias, foram realizadas três coletas de subamostras, sendo elas aos 5, 15 e 60 dias de experimento, com a finalidade de realizar as determinações aqui estudadas. As coletas foram realizadas logo abaixo da tela com o fertilizante. Para se realizar a determinação das variáveis químicas estudadas foi realizada a identificação, secagem e peneiramento das subamostras.

As análises químicas realizadas foram para determinar fatores de acidez, íons do solo, como potássio, cálcio, magnésio; matéria orgânica do solo (RAIJ et al., 2001), bem como através do extrator Melich extrair fósforo e silício conforme a metodologia de Korndörfer et al. (2004). Tais determinações permitiram a obtenção de parâmetros relativos à acidez, capacidade de troca catiônica (CTC) e relações de bases entre si e com a CTC.

3.2. Análise estatística

Inicialmente os dados obtidos passaram por testes de pressuposições de normalidade de resíduos (teste de Kolmogorov-Smirnov) e homogeneidade das variâncias (teste de Levene) utilizando o programa SPSS. Para significância de todos os dados foi utilizado o p-valor de 0,01, bem como a transformação $\log(x+1)$ para aqueles dados que não atenderam às pressuposições e necessitaram de transformação.

Os dados posteriormente foram submetidos ao teste de F da análise de variância. Para a comparação entre as médias dos tratamentos com as diferentes fontes de fertilizantes, o estudo foi realizado por meio do teste de Tukey. Para a obtenção do modelo estatístico mais adequado, o estudo das doses de fertilizantes organominerais foi realizado por análise de regressão. Enquanto para o tratamento adicional (testemunha/ausência de adubação) aplicou-se o teste de Dunnett. Todas as análises foram realizadas ao nível de significância 0,05 utilizando como ferramenta de auxílio os programas estatísticos ASSISTAT e SISVAR.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Nutrientes do solo

Em relação aos teores de fósforo (P), há uma grande diferença na velocidade de liberação entre as fontes orgânicas e a mineral (Tabela 6). A diferença é altamente significativa sendo a fonte mineral de maior liberação mais rápida. Tal fonte apresenta seu maior teor de P_2O_5 na dose de 135,27% disponibilizando $87,65 \text{ mg.dm}^{-3}$ (Figura 6). A torta de filtro apresenta liberação mais rápida entre as fontes orgânicas, porém muito inferior à da fonte mineral, sendo necessário aumentar a dose em 6,33% para que haja um aumento de 1 mg dm^{-3} (Figura 3)

Os padrões apresentados aos 5 dias se repetiram na avaliação de 15 dias, porém com uma interação significativa entre as doses e fontes (Tabela 7). Embora o teor de fósforo na fonte mineral ainda se apresenta acima das demais fontes, aos 60 dias percebeu-se uniformidade entre as fontes (Tabela 8). A Tabela 6 mostra que, independente da fonte o aumento da dose contribuiu para o aumento do teor de fósforo no solo, sendo que o fertilizante mineral manteve teores superiores quando comparado com as fontes orgânicas. De tal modo a condição de maior solubilidade do fósforo em fertilizantes minerais fica confirmada com esses dados. Magela (2017) observou que em dose padrão de fósforo no fertilizante mineral (100%), as fontes orgânicas apresentaram um teor de fósforo superior, entretanto, o presente estudo incluiu

diferentes doses do fertilizante mineral, ressaltando assim a maior disponibilidade no solo, enquanto as fontes de fertilizantes orgânicos garantem uma liberação mais gradual. Ainda assim houve um incremento superior ao observado na testemunha quando utilizada a maior dose de organomineral a base de bio sólido (Tabela 8)

A solubilização dos fertilizantes organominerais se dá de forma gradativa, disponibilizando fósforo mais lentamente ao longo do cultivo. De acordo com Silva et al. (2010) isso ocorre, pois a transformação da matéria orgânica em substâncias húmicas leva ao aumento de cargas negativas próximas ao sítio de liberação de fosfato nesse tipo de fertilizante. A aplicação de fontes orgânicas se torna importante uma vez que os resíduos orgânicos repõem os ácidos orgânicos do solo, de tal modo contribuem para diminuir a adsorção do fósforo no solo, favorecendo a disponibilidade de fósforo (NOVAIS e SMYTH, 1999). A adubação foi efetiva na elevação dos teores de fósforo no solo, porém os resultados indicam a necessidade de estudos mais prolongados, buscando verificar o efeito residual do fósforo nos fertilizantes de fonte organomineral.

Em relação ao potássio (K) foram observados resultados semelhantes ao fósforo aos 5 dias de incubação, entretanto, pode se observar uma liberação mais rápida em relação ao potássio nas fontes de base orgânica, tendo assim tratamentos que diferem significativamente da fonte mineral (Tabela 6). O mesmo padrão é mantido aos 15 dias de incubação, sendo evidenciado o efeito positivo do teor de potássio no solo (Tabela 7). Como mostra a Figura 4, o aumento das doses dos fertilizantes proporciona aumento em taxa contínua no teor de potássio. O maior efeito é apresentado pela fonte mineral, seguida pela fonte organomineral à base de torta de filtro e depois a de bio sólido. A Figura 4 mostra também que em dose de 100%, o fertilizante organomineral à base de bio sólido representa teores próximos a 60% do resultado para fertilização a base mineral, enquanto que a adubação com organomineral à base de torta de filtro representou 75%. Aos 60 dias de incubação todos os resultados foram superiores a testemunha, evidenciando efeito positivo da adubação (Tabela 8). É verificado que nas doses mais altas (100, 120 e 140%) os teores de K e P são superiores para fonte mineral, contudo o efeito de liberação lenta dos fertilizantes organominerais pode ser importante para a manutenção da fertilidade do solo.

De acordo com Meurer (2006), a adição de matéria orgânica no solo gera mais cargas, sendo assim a lixiviação do potássio no solo contida. Uma vez que sendo monovalente esse nutriente é facilmente substituído por outros elementos nos sítios de retenção.

Os teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) permaneceram em níveis muito baixos em todos os tratamentos, tendo em vista que o fornecimento desses nutrientes pelos fertilizantes é baixo. Contudo, a avaliação desses nutrientes se faz necessária para compreender como a adubação interfere na dinâmica dos íons do solo.

Observando os resultados constatou-se que aos 5 dias de incubação não houve interferência da adubação nos teores de Ca do solo (Tabela 6). Aos 5 e aos 15 dias houve diferença significativa com resultado superior para a fonte mineral (Tabelas 6 e 7). E aos 60 dias de incubação os resultados de teores de Ca no solo foram semelhantes (Tabela 8), ressaltando que os teores ainda foram inferiores aos 15 dias de incubação.

Semelhantes aos do Ca, os teores de Mg apresentaram variações, não sendo percebidas diferença alguma aos 5 e 15 dias de incubação (Tabelas 6 e 7). Entretanto aos 60 dias, o teor de Mg nos tratamentos com biofósforo foi significativamente superior às demais fontes, ainda houve interação significativa entre fontes e dose (Tabela 8). Tal fato indica a presença de Mg na composição do fertilizante à base de biofósforo, sendo o fornecimento do nutriente favorecido ao solo.

Em relação aos resultados da soma de bases (SB), é verificado que são semelhantes aos de potássio, com 5 e 15 dias de incubação (Tabelas 6 e 7). Esse resultado é explicado devido à rápida liberação de potássio pela fonte de fertilizante mineral junto com os baixos teores das outras bases (Ca e Mg). Como a diferença entre as fontes para os teores de K diminuíram de maneira significativa os resultados para SB diferenciaram um pouco (Tabela 8). A maior SB foi observada quando utilizou-se o fertilizante organomineral à base de biofósforo. Esse resultado é justificado pela maior disponibilização de Mg que esse fertilizante possui. Tal resultado demonstra o efeito de liberação gradual que os fertilizantes organominerais possuem, sendo este efeito muito interessante para a manutenção da fertilidade dos solos.

Por representar a capacidade para a movimentação dos cátions, como Ca, Mg e K no solo, a capacidade de troca catiônica (CTC) é um dos mais importantes componentes do solo. Houve interação significativa entre fontes e doses aos 5 dias de incubação do solo (Tabela 6). Quando comparado os tratamentos de fertilizantes minerais com a testemunha, observou-se que a adubação é capaz de aumentar a CTC. Doses maiores dos fertilizantes organominerais também possuem capacidade de aumentar a CTC do solo (Tabela 6). Para aumentar a CTC em $10 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ é necessário aumentar a dose de fertilizante organomineral à base de biofósforo em 33,12% (Figura 3). Enquanto isso, para alcançar o mesmo resultado utilizando fertilizante

mineral é necessário aumentar a dose em 11,52%, aos 5 dias de incubação do solo (Figura 3). As fontes organominerais apresentaram uma melhor eficiência aos 15 dias, alterando a CTC em mais doses (Tabela 7). Analisando os resultados obtidos em cada dose, junto com a curva de regressão das fontes, pode se dizer que no período de 60 dias, a fonte mineral é superior na liberação de nutrientes. A maior CTC foi de $39,20 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$, obtida com o uso de fertilizante mineral na dose de 97,76%, enquanto a melhor fonte orgânica foi à base de torta de filtro apresentando uma CTC de $35,29 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ na dose relativa de 136,06% (Figura 4).

Foi evidenciado em todos os períodos de coleta do solo um efeito relevante da adubação na saturação por bases do solo. Porém, mesmo superando a testemunha, os fertilizantes não elevaram-na aos níveis adequados para realização de cultivos agrícolas. A fonte mineral manteve os valores maiores aos 5 e 15 dias de incubação (Tabelas 6 e 7), já aos 60 dias de incubação o fertilizante organomineral de biossólido apresenta o resultado superior (Tabela 8).

A matéria orgânica (MO) em todos os tratamentos e em todos os períodos de períodos de incubação, mostrou-se sem diferença entre os tratamentos. Os valores só aumentaram aos 60 dias de incubação (Tabela 8), permanecendo constantes aos 5 e 15 dias de incubação (Tabelas 6 e 7). Deve-se ressaltar que o estudo presente avalia a solubilidade dos fertilizantes em questão, de modo que não são esperadas alterações para MO, uma vez que a tela disposta entre o solo e os fertilizantes faz com que não haja maior contato entre eles.

Jahnel et al. (1999) trazem que a qualidade do composto utilizado na formulação dos fertilizantes organominerais influi fortemente na disponibilidade de nitrogênio (N) do solo, uma vez que o N pode ser imobilizado por razão de uma relação C/N muito alta. Tendo em vista este aspecto é de extrema importância que os compostos tenham passado por completa maturação, a fim de que haja a degradação e estabilização necessárias.

Tabela 6. Teores de fósforo e potássio ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$), cálcio e magnésio ($\text{mmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$), soma de bases e capacidade de troca catiônica total ($\text{mmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$), saturação por bases (%) e matéria orgânica ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$), aos 5 dias de incubação do solo submetido a diferentes doses de fertilizante organomineral composto por bio sólido, torta de filtro e fertilizante mineral.

Dose (%)	Fósforo Meh ^t			Potássio Meh			Cálcio			Magnésio		
	Bio	T.F	Min	Bio	T.F	Min	Bio	T.F	Min	Bio	T.F	Min
	----- mg dm^{-3} -----						----- $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ -----					
0		0,79			15,9			2,45			0,86	
60	1,40*	5,60*	40,33*	109,0	134,8	135,8	2,73	2,67	2,84	0,92	0,91	0,94
80	1,10	6,93*	88,28*	114,8	167,8*	282,5*	2,62	2,69	3,01*	0,90	0,96	0,99*
100	1,53*	11,30*	91,85*	111,8	158,3*	221,0*	2,84	2,85	2,94	0,93	0,97	0,99*
120	2,25*	13,45*	75,93*	131,3	164,3*	329,5*	2,72	2,75	2,96	0,97	0,98	1,05*
140	4,20*	26,20*	87,58*	160,0*	243,0*	296,0*	2,67	2,73	3,03*	0,88	1,00*	0,98*
Média	2,10c	12,70b	76,79a	125,4c	173,6b	253,0a	2,72b	2,74b	2,95a	0,92b	0,96ab	0,99a
CV%		14,88			31,9			9,22			6,16	
DMS		0,32			122,0			0,53			0,12	
Dunnnett												
DMS		0,12			44,8			0,20			0,04	
Médias												

Dose (%)	Soma de Bases			CTC Total			Saturação por Bases			Matéria Orgânica		
	Bio	T.F	Min	Bio	T.F	Min	Bio	T.F	Min	Bio	T.F	Min
	----- $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ -----						----- % -----			----- g kg^{-1} -----		
0		3,40			30,8			11,1			8,1	
60	6,53*	7,45*	7,48*	31,7b	35,9a*	36,7a*	20,5*	20,7*	20,3*	8,0	8,2	7,2
80	6,68*	8,33*	11,20*	31,9b	32,0b	36,4a*	20,9*	26,0*	30,7*	7,8	7,8	7,2
100	6,60*	8,05*	9,65*	32,3b	33,5b	39,9a*	20,3*	24,0*	24,0*	8,0	7,5	8,0
120	7,35*	7,95*	12,43*	34,3b	34,2b	43,9a*	21,4*	23,3*	28,0*	8,5	8,2	8,0
140	8,10*	9,98*	11,58*	35,1b*	37,9a*	41,3a*	23,0*	26,2*	28,0*	7,5	8,2	7,5
Média	7,05c	8,35b	10,47a	33,1	34,7	39,6	21,2b	24,1a	26,2a	7,9	8,0	7,6
CV%		17,13			5,5			13,46			10,31	
DMS		3,07			4,1			6,7			1,7	
Dunnnett												
DMS		1,13			-			2,5			0,6	
Médias												
DMS		-			3,4			-			-	
Linhas												

*: diferentes da testemunha pelo teste de Dunnnett a 0,05. Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05. ^t: dados transformados pela função $\log(x+1)$ em atenção às pressuposições do modelo. Bio.: Fertilizante Organomineral peletizado com Bio sólido. T.F.: Fertilizante Organomineral peletizado com Torta de Filtro. Min.: Fertilizante Mineral

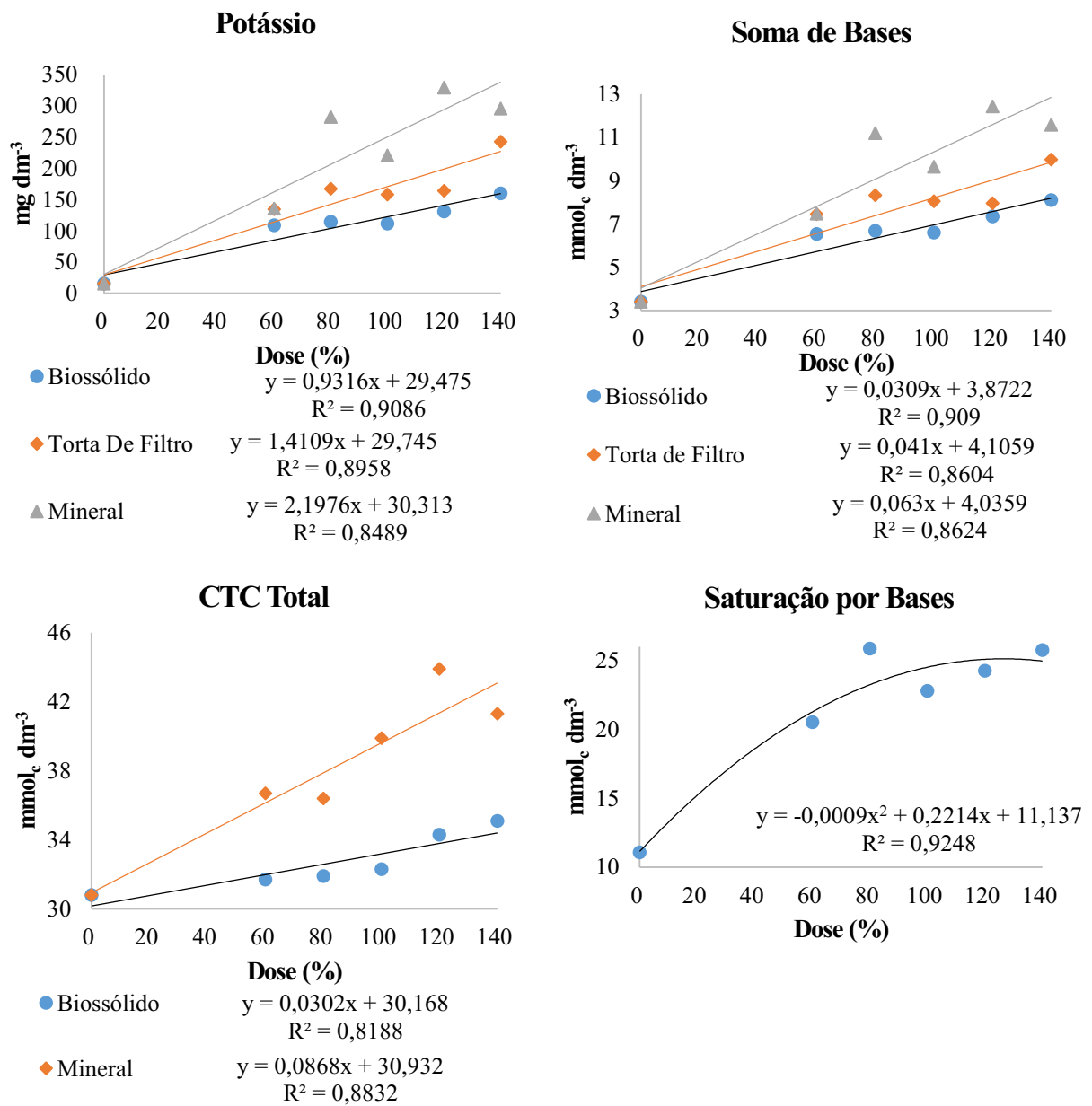


Figura 3. Teores de fósforo e potássio ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$), soma de bases e CTC Total ($\text{mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$) e saturação por bases (%), aos 5 dias de incubação do solo em função de diferentes doses.

Tabela 7. Teores de Fósforo e Potássio (mg dm^{-3}), Cálcio e Magnésio ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$), Soma de Bases e Capacidade de Troca Catiônica Total ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$), Saturação por Bases (%) e Matéria Orgânica (g kg^{-1}), aos 15 dias de incubação do solo submetido a diferentes doses de fertilizante organomineral composto por biossólido, torta de filtro e fertilizante mineral.

Dose (%)	Fósforo Meh ^t			Potássio Meh			Cálcio			Magnésio		
	Bio	T.F	Min	Bio	T.F	Min	Bio	T.F	Min	Bio	T.F	Min
	----- mg dm^3 -----						----- $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ -----					
0		0,72			17,8			1,10			0,55	
60	1,12b*	1,37b*	14,77a*	56,8	66,8*	70,5*	0,86	1,30	1,23	0,59	0,60	0,58
80	1,95b*	3,63b*	20,60a*	74,3*	86,5*	116,2*	1,18	1,03	1,31	0,59	0,62	0,62
100	1,78c*	9,60b*	28,90a*	86,2*	111,7*	157,0*	1,21	1,14	1,41	0,63	0,65	0,64
120	2,30c*	5,10b*	19,73a*	105,0*	122,2*	160,5*	1,10	1,08	1,70	0,63	0,68	0,64
140	2,85c*	5,47b*	49,67a*	81,7*	123,2*	169,5*	0,97	0,91	1,25	0,64	0,65	0,66
Média	2,00	5,03	26,73	80,8c	102,1b	134,7a	1,06b	1,09b	1,38a	0,62	0,64	0,63
CV%		21,90			22,48			32,04			8,63	
DMS		0,24			47,00			0,78			0,11	
Dunnnett												
DMS					17,26			0,29			0,04	
Médias		-										
DMS		0,20			-			-			-	
Linhas												

Dose (%)	Soma de Bases			CTC Total			Saturação por Bases			Matéria Orgânica		
	Bio	T.F	Min	Bio	T.F	Min	Bio	T.F	Min	Bio	T.F	Min
	----- $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ -----						----- % -----			----- g kg^{-1} -----		
0		2,63			29,0			10,9			7,8	
60	3,45	4,20*	4,03*	31,0c	35,0b*	39,8a*	11,2a	12,0a	10,1a	8,0	7,8	8,3
80	4,15*	4,20*	5,23*	34,9a*	32,2b	37,5a*	11,9a	13,0a	13,9a	7,8	8,0	8,0
100	4,48*	4,88*	6,28*	33,7b*	35,4b*	38,3a*	13,2b	13,8ab	16,4a*	7,5	7,7	8,0
120	4,70*	5,13*	6,58*	31,7c	35,4b*	38,6a*	14,8a*	14,5a	17,0a*	7,8	7,5	7,8
140	4,08*	5,13*	6,58*	33,3b*	35,4a*	37,8a*	12,2b	14,5b	17,4a*	7,2	8,0	7,5
Média	4,17c	4,71b	5,74a	32,9	34,7	38,4	12,7	13,5	15,0	7,7	7,8	7,9
CV%		13,56			4,50			12,81			5,74	
DMS		1,34			3,3			3,6			0,3	
Dunnnett												
DMS		0,49			-			-			0,6	
Médias												
DMS		-			2,7			2,9			-	
Linhas												

*: diferentes da testemunha pelo teste de Dunnnett a 0,05. Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05. ^t: dados transformados pela função $\log(x+1)$ em atenção às pressuposições do modelo. Bio.: Fertilizante Organomineral peletizado com Biossólido. T.F.: Fertilizante Organomineral peletizado com Torta de Filtro. Min.: Fertilizante Mineral

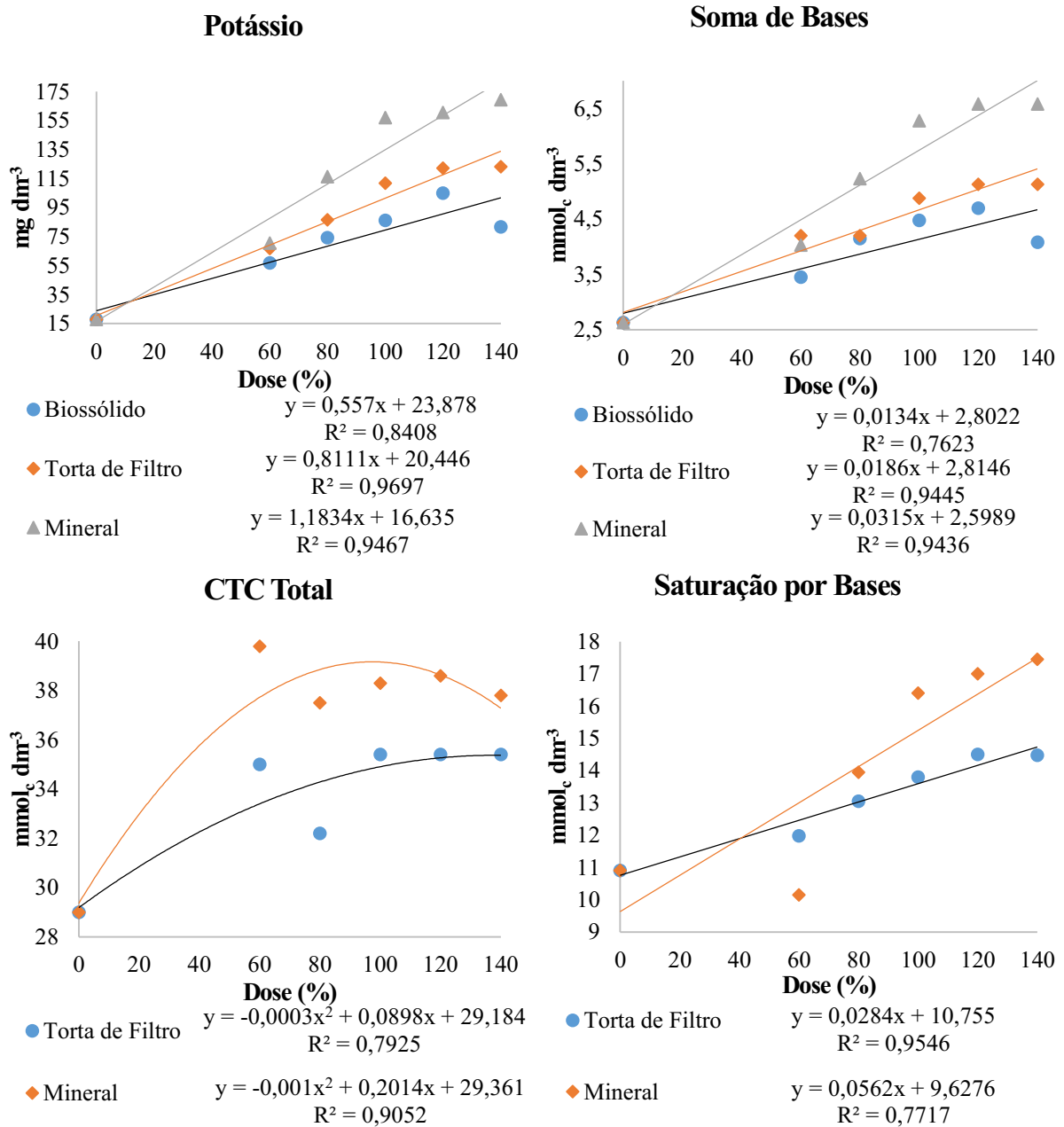


Figura 4. Teores de potássio (mg.dm^{-3}), soma de bases e CTC Total ($\text{mmol}_c.\text{dm}^{-3}$) e saturação por bases (%), aos 15 dias de incubação do solo em função de diferentes doses.

Tabela 8. Teores de Fósforo e Potássio (mg dm^{-3}), Cálcio e Magnésio ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$), Soma de Bases e Capacidade de Troca Catiônica Total ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$), Saturação por Bases (%) e Matéria Orgânica (g kg^{-1}), aos 60 dias de incubação do solo submetido a diferentes doses de fertilizante organomineral composto por biossólido, torta de filtro e fertilizante mineral.

Dose (%)	Fósforo Meh			Potássio Meh ^t			Cálcio			Magnésio		
	Bio	T.F	Min	Bio	T.F	Min	Bio	T.F	Min	Bio	T.F	Min
	----- mg dm^{-3} -----						----- $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ -----					
0		0,73			12,9			2,06			0,79	
60	1,18	1,05	3,23	37,0a*	41,2a*	38,0a*	3,56	2,20	3,57	2,08a*	1,18ab	0,89b
80	1,98	1,53	3,48	43,5b*	48,5ab*	62,0a*	2,68	2,25	2,72	2,78a*	1,45b	0,95b
100	2,90	3,13	9,38*	56,5b*	66,2b*	90,2a*	3,46	3,06	3,39	3,51a*	1,70b	1,09b
120	3,18	4,88	6,53*	62,5b*	67,5b*	96,2a*	2,59	2,39	3,40	3,19a*	1,58b	1,97b*
140	12,05*	7,77*	10,50*	68,2b*	86,5ab*	96,7a*	4,83	2,77	3,39	4,37a*	1,81b	1,33b
Média	4,26b	3,67b	6,62a	53,5	62,0	76,6	3,42a	2,53b	3,29ab	3,18	1,54	1,25
CV%		57,21			3,36			35,29			29,18	
DMS		5,53			0,12			2,22			1,16	
Dunnnett												
DMS		2,03			-			0,81			-	
Médias												
DMS		-			0,10			-			0,96	
Linhas												

Dose (%)	Soma de Bases			CTC Total			Saturação por Bases ^t			Matéria Orgânica		
	Bio	T.F	Min	Bio	T.F	Min	Bio	T.F	Min	Bio	T.F	Min
	----- $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ -----						----- % -----			----- g kg^{-1} -----		
0		3,30			30,5			10,9			11,3	
60	6,45*	4,05	5,45	33,5ab	30,1b	37,5a*	19,1*	13,5	14,6	16,7	14,8	8,0
80	6,63*	5,00	5,33	32,1a	31,3a	33,1a	20,8*	16,0	16,2	12,3	10,0	12,5
100	7,95*	6,93*	6,55*	31,5a	34,9a	34,1a	25,2*	19,8*	19,1	16,0	8,3	18,5
120	7,38*	5,45	7,75*	32,6a	33,7a	34,8a	22,5*	16,2	21,9*	26,0	29,0	16,3
140	10,50*	6,98*	7,25*	38,3a*	35,0a	35,8a	27,4*	20,0*	20,2*	16,5	20,3	8,7
Média	7,78a	5,68b	6,47b	33,6	33,0	35,0	23,0a	17,1b	18,4b	17,5	16,5	12,8
CV%		21,94			8,12			5,37			73,55	
DMS		2,94			5,7			0,14			23,7	
Dunnnett												
DMS		1,08			-			0,05			8,6	
Médias												
DMS		-			4,7			-			-	
Linhas												

*: diferentes da testemunha pelo teste de Dunnnett a 0,05. Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05. ^t: dados transformados pela função $\log(x+1)$ em atenção às pressuposições do modelo. Bio.: Fertilizante Organomineral peletizado com Biossólido. T.F.: Fertilizante Organomineral peletizado com Torta de Filtro. Min.: Fertilizante Mineral

5 CONCLUSÃO

Os fertilizantes organominerais peletizados, tanto com torta de filtro ou biossólido, possuem liberação lenta e gradual de nutrientes no solo, auxiliando a manutenção da fertilidade do solo.

Os fertilizantes organominerais peletizados a base de biossólido ou torta de filtro possuem solubilidade inferior quando comparados com fertilizantes de base mineral.

REFERÊNCIAS

- ALVES FILHO, A. **Desinfecção de lodo de esgoto anaeróbio para fins agrícolas**. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia-MG. 2014. (Dissertação de Mestrado).
- BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (Ed.). **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 312p.
- BRASIL/ **LEI Nº 6.938**, de 31 de Agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: www.bvambientebf.uerj.br/arquivos/edu_ambiental/popups/lei_federal.htm Acesso em 10/02/2018.
- _____/MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Fertilizantes organominerais e Políticas Públicas para o setor (2017)**. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso 13/02/2018.
- BUSATO, J. G. **Química do húmus e fertilidade do solo após adição de adubos orgânicos**. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 2008. (Tese de doutorado).
- FAVRET, P.R.F.; SOARES, R.A.B.; LANA, R.M.Q.; LANA, A.M.Q. KORNDÖRFER, G. H. Efeito de doses de torta de filtro e modo de aplicação sobre a produtividade e qualidade tecnológica da soqueira de cana-de-açúcar. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 618-624, Junho de 2010.
- JAHNEL, M. C.; MELLONI, R.; CARDOSO, E. J. B. N. Maturidade de composto de lixo urbano. **Scentia agricola.**, 1999, vol.56, nº 2, p.301-304. 1999.
- KORNDÖRFER, G.H.; H.S. PEREIRA; A. NOLLA. 2004. **Análise de silício: solo, planta e fertilizante**. Uberlândia: GPSi-ICIAG-UFU. 34p. (GPSi-ICIAG-UFU. Boletim Técnico, 02-1ª. Edição)
- LOSS A. **Dinâmica da matéria orgânica, fertilidade e agregação em solo em áreas sob diferentes sistemas de uso no cerrado goiano**. UFRRJ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Agronomia. Seropédica, 2011. (Tese de doutorado).
- MAGELA, M. L. M. **Fontes de matéria orgânica na composição de fertilizantes organominerais para adubação da cultura do milho**. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia: UFU, 2017.
- MOLINA, R. M. **A torta de filtro e o bagaço no comportamento da biota, propriedades físicas e produtividade de um solo cultivado em cana-de-açúcar**. 96p. UFRRJ - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Itaguaí, 1995. Tese (PhD)
- NOGUEIRA, M. A. F. S.; GARCIA, M. S. Gestão dos resíduos do setor industrial sucroenergético: estudo de caso de uma usina no município de Rio Brillhante, Mato Grosso do Sul. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET**. e-ISSN 2236 1170 - v. 17n. 17 Dez 2013, p. 3275 – 3283.

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

OLIVEIRA; A. M. G.; AQUINO; A. M.; NETO; M. T. C.; **Compostagem Caseira de Lixo Orgânico Doméstico**. Circular 76. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Bahia, dezembro 2005.

PELÁ, A. **Efeito de Adubos Orgânicos Provenientes de Dejetos de Bovinos Confinados nos Atributos Físicos e Químicos do Solo e na Produtividade do Milho**. Dissertação (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2005

PIRES, A. M. M.; MATTIAZZO, M. E. **Avaliação da viabilidade do uso de resíduos na agricultura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008. 9 p. (Embrapa Meio Ambiente. Circular Técnica, 19).

QUINTANA, N. R. G. **Análise econômica da aplicação de biossólido na agricultura**. 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas. Universidade Estadual Paulista. Botucatu.

QUINTANA, N. R. G.; CARMO, M. S., MELO, W. J. Lodo de esgoto como fertilizante: produtividade agrícola e rentabilidade econômica. *Nucleus*, v. 8, n. 1, p. 183-912, 2011 <http://dx.doi.org/10.3738/nucleus.v8i1.527>

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas Instituto Agrônomo, 2001. 285p.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.25-32.

ROSSOL, C. D., SCALON FILHO, H.; BERTÉ, L. N.; JANDREY, P. E.; SCHWANTES, D.; GONÇALVES JR, A. C. Caracterização, classificação e destinação de resíduos da agricultura. *Scientia Agraria Paranaensis*. V.11, n. 4, p.33-43, 2012.

SAITO, M. L. **O uso do lodo de esgoto na agricultura: precauções com os contaminantes orgânicos**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2007.

SILVA, I. R., MENDONÇA, E. S. Matéria Orgânica. In: NOVAIS, R. F. et al. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 375-470.