

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

HELLEN CRISTINA DA SILVA

**BIOSSÓLIDO E TORTA DE FILTRO NA COMPOSIÇÃO DE FERTILIZANTES
ORGANOMINERAIS NA CULTURA DO FEIJOEIRO COMUM**

Uberlândia

2016

HELLEN CRISTINA DA SILVA

**BIOSSÓLIDO E TORTA DE FILTRO NA COMPOSIÇÃO DE FERTILIZANTES
ORGANOMINERAIS NA CULTURA DO FEIJOEIRO COMUM**

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

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo de Camargo
Coorientadora: Profa. Dra. Regina M. Quintão Lana

Uberlândia/MG

2016

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar ao meu amado Senhor Jesus, que é bom, fiel e misericordioso comigo todos os dias da minha vida, ao qual eu dou toda a glória e honra pela realização deste trabalho, sem o qual eu jamais conseguiria executar.

Aos meus amados pais por serem pessoas honradas e exemplares, que me ensinaram o valor da honestidade, do trabalho e da humildade e não olharam para os obstáculos e nem para as limitações, antes fizeram tudo por mim e sonharam comigo os meus sonhos.

Ao meu orientador Professor Dr. Reginaldo de Camargo e minha coorientadora Professora Dra. Regina Maria Quintão Lana que com paciência e empenho, dedicaram-se em transmitir seus conhecimentos.

À todos os funcionários da fazenda Capim Branco (UFU), aos técnicos do LABAS, ao técnico Adílio do LASEM e ao PET Agronomia pelo auxílio sem o qual não seria possível esta conquista em minha vida.'

Aos professores Dr. Maurício Martins, Dr. Ernane Lemes e às colegas de profissão Raquel Pinheiro, Melissa Miranda, Marina Freitas e Solange.

RESUMO

O uso de fertilizantes organominerais proporcionam benefícios ambientais e econômicos, devido principalmente à presença de uma fonte orgânica em sua composição. A destinação de resíduos orgânicos para formação de fertilizantes orgânicos é uma alternativa interessante para manejo destes resíduos e consequente reciclagem destes materiais. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência de fertilizantes organominerais produzidos a partir de duas fontes orgânica em diferentes doses na cultura do feijoeiro comum. O experimento foi realizado na fazenda Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia, MG, 2015 no período entre 4 de julho à 26 de setembro. O delineamento foi em blocos casualizados (quatro blocos) em esquema fatorial $2 \times 4 + 2$, sendo duas fontes orgânicas (torta de filtro e biossólido), quatro doses de fertilizante organomineral (50, 75, 100 e 125% de 647 kg ha⁻¹, que é a dose recomendada para a cultura), o controle (adubação mineral) e a testemunha (sem adubação), totalizando assim 96 parcelas. As avaliações feitas foram: altura da planta e diâmetro do caule aos 30 DAE, n° médio de vagens planta⁻¹ e de grãos vagem⁻¹, rendimento (g planta⁻¹), massa seca da parte aérea (g), massa de 1000 grãos (g), macro e micronutrientes da parte aérea, nitrogênio dos grãos, proteína bruta dos grãos e acúmulo residual de macro e micronutrientes na parte aérea (mg planta⁻¹). Os fertilizantes organominerais promoveram maior altura da planta aos 30 DAE, massa seca da parte aérea, massa de 1000 grãos, rendimento e acúmulo residual de N na parte aérea. Em comparação ao controle mineral o fertilizante organomineral apresentou melhores resultados apenas para a variável rendimento com a dose de 50% de biossólido. Para a variável altura da planta aos 30 DAE a fonte orgânica biossólido foi mais eficiente do que a fonte de torta de filtro. Os melhores resultados para as variáveis massa seca da parte aérea e rendimento (g/planta) foram obtidos utilizando-se quantidades inferiores à dose de 100% da fertilização mineral.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, lodo de esgoto, resíduo sucroalcooleiro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	6
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	6
2.1 Origem, importância e situação econômica atual do feijão no Brasil.....	6
2.2 Exigências nutricionais	7
2.2.1 Adubação mineral na cultura do feijoeiro	7
2.2.2 Adubação orgânica na cultura do feijoeiro	8
2.2.3 Adubação organomineral na cultura do feijoeiro.....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5 CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

Os resíduos orgânicos representam cerca de 50% dos resíduos produzidos nas cidades, outra grande quantidade é produzida em indústrias e agroindústrias. Estes materiais são facilmente degradados em ambientes naturais equilibrados, no entanto em decorrência do grande volume gerado pelas atividades humanas é necessário que haja um tratamento e gestão corretos pois sua inadequada disposição pode acarretar prejuízos sociais e ambientais. Para tanto, a produção de fertilizantes a partir de resíduos orgânicos é uma alternativa promissora e recomendada (BRASIL, 2010).

Muitos destes resíduos são ricos em matéria orgânica e em elementos essenciais ao desenvolvimento de inúmeras culturas. A torta de filtro, subproduto da indústria canavieira, possui uma composição rica em fósforo e é utilizada principalmente na cultura da cana-de-açúcar. O lodo de esgoto proveniente do tratamento de esgoto urbano, quando devidamente tratado, tem apresentado resultados favoráveis em diversas culturas e é rico principalmente em N e P.

A mistura de fertilizantes minerais e orgânicos geram os fertilizantes organominerais. A composição dos fertilizantes organominerais permite a redução de perdas de nutrientes no solo, levando à uma liberação gradual de nutrientes e acrescenta matéria orgânica ao solo. O fertilizante organomineral promove a redução de impactos ambientais da atividade agropecuária, aumenta a fertilidade do solo e ainda reduz o uso de fertilizantes químicos (SOUZA, 2014).

O feijão é um dos principais produtos agrícolas produzidos no Brasil. Além da sua importância econômica, a cultura do feijoeiro comum apresenta importância social, sendo produzida em sua maioria por agricultores familiares (D'AMBROSIO, 2016). O feijão também é um dos alimentos mais consumidos no país devido seu alto valor proteico.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência de fertilizantes organominerais produzidos a partir de duas fontes orgânicas (torta de filtro e biossólido) em diferentes doses na cultura do feijoeiro comum.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Origem, importância e situação econômica atual do feijão no Brasil

O gênero *Phaseolus* teve sua origem nas Américas e tem cerca de 55 espécies das quais apenas cinco são cultivadas: *P. vulgaris* L., *P. lunatus* L., *P. coccineus* L., *P. acutifolius*

A. Gray var. *Latifolius* Freeman e *P. polyanthus* Greenman (Debouck, 1993). Entre estas espécies o feijão comum, *Phaseolus vulgaris*, é a espécie mais importante por ter maior cultivo ao longo dos anos e por ser a mais cultivada nos cinco continentes (SANTOS; GAVILANES, 1998).

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de feijão do mundo, seguido da Índia, China e México. O comércio internacional de feijão não tem muita relevância, isto porque os países desenvolvidos têm um pequeno consumo de feijão, quase inexistente, e também porque existe uma grande variedade de tipos de feijão e diferenças de hábitos alimentares entre os países e até entre regiões, caracterizando um baixo comércio de feijão entre os países. De maneira geral, os grandes produtores de feijão são também os maiores consumidores não restando um grande excedente exportável dos países em desenvolvimento para o comércio internacional (DEPEC, 2016).

Na safra de 2014/2015 o Brasil produziu no total 3.185,7 milhões de toneladas de grãos de feijão. Os estados com maiores participações na produção nacional foram o Paraná com 22,6% da produção, seguido de Minas Gerais com 16,2% e Mato Grosso com uma participação de 15,4% da produção. A produção total de feijão provém de três distintas épocas de semeadura, a época das águas com semeadura entre outubro e dezembro; a época da seca com semeadura entre janeiro e março e a época de inverno com semeadura entre abril e julho, configurando a 1º, 2º e 3º safras respectivamente. Na safra 2014/2015 a 1º safra foi de 1.131,8, a 2º foi de 1.228,0 e a 3º foi de 825,9 milhões de toneladas de grãos de feijão (CONAB, 2015).

2.2 Exigências nutricionais

2.2.1 Adubação mineral na cultura do feijoeiro

O feijoeiro exige maior quantidade de nutrientes a partir dos 40 dias após a emergência. Entre 60 e 70 dias ocorre o pico de exigência para produção de massa verde, formação de vagens e grãos e manutenção de suas atividades fisiológicas normais (OLIVEIRA; ARAUJO; DUTRA, 1996). A absorção de nutrientes especificamente do grupo carioca pode ocorrer até aos 50 dias após a emergência, sendo máxima aos 60 dias após a emergência (OLIVEIRA; THUNG, 1988).

A cultura do feijoeiro é considerada exigente nutricionalmente, porque ela tem um pequeno e pouco profundo sistema radicular e o ciclo curto, desta forma deve-se ter o cuidado

de fazer a adubação de maneira que os nutrientes estejam disponibilizados para a planta em tempo e local adequados (ROSOLEM; MARUBAYASHI, 1994).

Na ordem decrescente os nutrientes mais exigidos pela planta de feijão são nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e fósforo (ROSOLEM, 1987). Por se tratar de uma leguminosa produtora de frutos ricos em proteína, o feijoeiro absorve N durante todo o ciclo, garantindo o suprimento da planta durante o desenvolvimento vegetativo e também durante a produção de vagens e sementes. Embora não se desconsidere a atividade de bactérias fixadoras de N do ar em simbiose com o feijoeiro, a adubação nitrogenada é altamente indicada (CRIAR E PLANTAR, 2013).

A absorção de fósforo embora seja pequena, ocorre principalmente dos estádios fisiológicos anteriores ao aparecimento dos botões florais até o final do florescimento. Mesmo considerando este período o de maior exigência de fósforo durante o ciclo da cultura, a época do final do florescimento e início da formação de vagens apresenta-se como a época de maior exigência (ROSOLEM; MARUBAYASHI, 1994).

Ainda segundo os mesmos autores o potássio é mais exigido durante dois períodos principais, o primeiro corresponde à diferenciação dos botões florais e o segundo corresponde ao final do florescimento e início da formação das vagens, a partir do florescimento a absorção de potássio passa a ser muito baixa.

O uso de fontes adequadas para as adubações nitrogenadas, fosfatadas e potássicas do feijoeiro são indispensáveis para uma boa produção. Sendo assim deve-se considerar a dinâmica destes nutrientes no solo e buscar fontes que diminuam problemas como a lixiviação ou volatilização do nitrogênio, fixação do fósforo e lixiviação do potássio. Segundo Valderrama et al. (2009), o uso de fontes nitrogenadas e fosfatadas de liberação gradual pode trazer diminuição no custo de produção e menores impactos ambientais, reduzindo perdas de nitrogênio por volatilização e lixiviação e de potássio por fixação.

2.2.2 Adubação orgânica na cultura do feijoeiro

O adubo orgânico ou matéria orgânica são todos os produtos originários de resíduos animais, vegetais e industriais ou urbanos que possuem altos teores de componentes orgânicos (LIMA et al., 2015).

A matéria orgânica representa um dos fatores mais relevantes para a produção do feijoeiro. Ela forma no solo compostos orgânicos complexos que retêm os nutrientes por um

maior período de tempo e a medida que os compostos vão sendo hidrolisados os nutrientes vão sendo disponibilizados para a planta. Solos cultivados com feijoeiro em que houveram a aplicação de biofertilizantes demonstram aumento da capacidade de troca, levando a uma maior disponibilidade de nutrientes para as plantas, elevação de pH e abaixamento do ponto isoelétrico do solo (OLIVEIRA; ARAUJO; DUTRA, 1996).

Durante a decomposição dos resíduos orgânicos os microorganismos excretam substâncias que agregam as partículas do solo o que promove menor massa específica e compactação. A matéria orgânica oferece condições favoráveis à disponibilidade de nutrientes, à agregação do solo e ao fluxo de gases de efeito estufa entre a superfície terrestre e a atmosfera, ela representa o principal compartimento de carbono na biosfera, servindo como fonte e dreno de carbono e nutrientes, retenção de água e regulação de temperatura do solo (EMBRAPA, 2000).

Os fertilizantes orgânicos apresentam composição variável conforme sua origem, teor de umidade e processamento, antes de sua aplicação. No sistema orgânico de produção são geralmente utilizados usados adubos verdes, restos de colheitas, tortas e farinhas de vegetais fermentados, compostos orgânicos bioestabilizados, resíduos industriais e agroindustriais isentos de agentes químicos ou biológicos com potencial poluente e de contaminação, fosfatos naturais e semisolubilizados, farinhas de ossos, termofosfatos, escórias e rochas minerais moídas, como fonte de cálcio, magnésio, fósforo, potássio e micronutrientes (sempre de baixa solubilidade). Os adubos orgânicos melhoram as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, além de serem uma alternativa ecologicamente correta (PEREIRA, 2014).

2.2.2.1 Uso de torta de filtro na agricultura

A poluição do solo em áreas de produção sucroalcooleira pode ser bem danosa devido o descarte impróprio de resíduos como a torta de filtro e a vinhaça, caso estes resíduos não sejam tratados corretamente, pois possuem uma quantidade significativa de metais pesados. Durante a clarificação do caldo de cana e a formação da torta de filtro são empregadas inúmeras substâncias químicas. A torta de filtro apresenta grande concentração de metais pesados como: ferro, alumínio, zinco, manganês entre outros que junto às suas características orgânicas podem poluir corpos de água (ROSA; MARTINS, 2013). Segundo Bonassa et al. (2015) os resíduos gerados na indústria alcooleira podem se tornar um impasse ambiental quando não tratados de maneira adequada, no entanto se tratados corretamente os resíduos podem tornar-se em novos produtos a fim de promover economia e lucro para a indústria.

Torta de filtro é um resíduo da indústria açucareira oriundo da filtração a vácuo do lodo retido nos clarificadores, sua composição tem resíduos solúveis e insolúveis da fase de calagem. A torta de filtro é rica em P, Ca, Cu, Zn, Fe e possui relação C/N muito elevada, podendo diminuir a disponibilidade de N no solo, a torta de filtro é deficiente em K (KORNDORFER, 2015). Produzido antes apenas pela indústria do açúcar, a torta de filtro também pode agora ser produzida pela indústria alcooleira. Em sua composição apresenta de 1, 2 % a 1, 8 % de fósforo e cerca de 70 % de umidade, alto teor de cálcio e consideráveis quantidades de micronutrientes (ROSSETTO; SANTIAGO, 2008).

Devido o alto teor de matéria orgânica e a presença de nutrientes essenciais à nutrição das plantas a torta de filtro tem sido utilizada parcialmente na substituição de adubos inorgânicos sintéticos (INNOCENTE, 2015).

Júnior et al. (2011) ao avaliar os efeitos de doses de torta de filtro e de fertilizante mineral sobre os atributos químicos do solo, relatou que a torta de filtro melhorou a fertilidade do solo já que aumentou os teores de macro e micronutrientes, e gerou um efeito corretivo da acidez do solo devido a redução dos teores de alumínio, diferente dos fertilizantes minerais que promovem a acidificação do solo. A parte aérea das plantas de cana-de-açúcar teve maior acúmulo de fósforo, potássio e cobre.

Nardin (2007) avaliando a aplicação de torta de filtro em um argissolo e seus efeitos agrônômicos sobre duas variedades de cana-de-açúcar relatou que ocorreu melhoria na fertilidade do solo na camada de 20 – 40 cm, ocorrendo aumentos significativos de Ca e P em decorrência da aplicação de torta de filtro principalmente quando aplicada em sulco, no entanto a melhoria indicada não levou a um aumento da produtividade da cana-de-açúcar no primeiro corte.

Fidalski e Chaves (2009) estudando os efeitos no solo e no desenvolvimento do cafeeiro após aplicação de resíduos orgânicos relatou que a aplicação de torta de filtro aumentou o teor de Ca no solo na camada de 10 – 40 cm contribuindo para o maior desenvolvimento e produção do cafeeiro.

2.2.2.2 Uso de biossólido na agricultura

O esgoto após sair das residências é captado pelas redes de saneamento e em seguida destinado às Estações de Tratamento de Esgoto (ETE). Nas ETES o esgoto passa por um pré-tratamento para retirada de material mais grosseiro e em seguida pela biodegradação realizada

por microorganismos. Após a biodegradação o esgoto separa-se em duas fases: uma líquida, o efluente líquido e uma sólida denominada lodo de esgoto (INCAPER, 2008).

O tratamento do esgoto quando operado adequadamente pode ser eficiente minimizando o potencial poluidor dos efluentes. Parte dos poluentes como matéria orgânica, microorganismos e compostos minerais se concentram no lodo de esgoto produzido durante o tratamento. Estes resíduos quando não tratados e adequadamente dispostos, podem se tornar uma ameaça para a saúde pública e para o meio ambiente (ANDREOLI; PEREGONI, 2003).

Na composição do lodo de esgoto tem-se matéria orgânica, macro e micronutrientes que podem possibilitar ao solo condições não oferecidas pelos fertilizantes químicos, assim o lodo de esgoto pode servir na agricultura como um potencial biofertilizante (QUINTANA, 2006). Segundo Betiol e Camargo (2006), o lodo de esgoto contém macronutrientes como N e P e micronutrientes como zinco, cobre, ferro, manganês e molibdênio que podem ser fornecidos ao solo em quantidades suficientes para desenvolvimento de culturas, porém nem sempre de forma equilibrada. Quanto às características físicas do solo, o lodo de esgoto aumenta a retenção de água pelo solo devido a matéria orgânica aumentando a capacidade de infiltração de solos argilosos e por determinado tempo condiciona boa estrutura e estabilidade dos agregados do solo na superfície. O lodo de esgoto então passa a ser considerado um resíduo sólido urbano proveniente do tratamento de esgotos que pode ser utilizado como fertilizante orgânico (PIRES; ANDRADE, 2014).

O termo biossólido é utilizado preferencialmente ao termo lodo de esgoto, para indicar que o resíduo em questão já foi tratado e que passou por transformações microbianas e higienização dos dejetos que o originaram (ASSENHEIMER, 2009). Segundo a INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 23 DE 2005, biossólido é o fertilizante orgânico composto proveniente do sistema de tratamento biológico de despejos sanitários que resulte em produto que possa ter utilização segura em agricultura.

O emprego do biossólido na agricultura implica alguns efeitos ambientais potenciais, já que os poluentes contidos no lodo de esgoto podem ser repassados para o solo, plantas e as águas subterrâneas e superficiais através de escoamento superficial, lixiviação e absorção, ou mesmo absorvidos por animais através do solo, água e plantas entre outras implicações (ANDREOLI; PEREGONI, 2003).

Para desinfecção do lodo de esgoto e produção do bio sólido a compostagem pode ser uma alternativa natural de tratamento de lodo, segundo Fernandes e Silva (1999) a elevação de temperatura promove a desinfecção do lodo, gerando um produto de alto valor agrônomo. Na compostagem o lodo de esgoto é misturado a um resíduo estruturante como palha, restos de poda de árvores e serragem, entre outros (ANDREOLI et al., 1998). Neste processo o tratamento biológico é realizado pela ação de microrganismos. Inicialmente a temperatura do meio é aumentada para 55 – 65 °C devido a ação de microrganismos termófilos, a exposição do lodo à esta faixa de temperatura ocasiona a destruição e redução de patógenos presentes no meio (FERNANDES; SILVA, 1999).

Outro método utilizado para tratamento do lodo de esgoto é a calagem. Na calagem tem-se a estabilização e desinfecção química e térmica do lodo através da adição de altas doses de cal ao lodo ocasionando um choque alcalino. O choque alcalino promove o aumento de temperatura do meio para cerca de 60 °C devido reações químicas. A alcalinização brusca para um pH ligeiramente acima de 12 inativa ou destrói parte dos microrganismos patogênicos presentes no lodo (ANDREOLI et al., 1998).

A aplicação do lodo de esgoto em solos agricultáveis é regulamentada no Brasil pela Resolução nº 375. São estabelecidos através desta resolução junto a outros instrumentos de regulamentação estadual, inúmeros critérios para aplicação segura de lodo de esgoto e produtos derivados sem que haja contaminação principalmente por metais pesados (CONAMA, 2006).

No Brasil a aplicação de lodo de esgoto na agricultura ainda é um assunto em estudo diante da variabilidade de efeitos e nutrientes (BETIOL; CAMARGO, 2006). No entanto estudos em diversas culturas têm sido realizados. Segundo Silva et al. (2010) o lodo de esgoto tem apresentado resultados promissores aumentando a produtividade de diversas espécies de interesse agrônomo. A Resolução CONAMA 375/6 define as culturas aptas a receberem o lodo de esgoto, sendo proibida a aplicação em pastagens e cultivo de olerícolas, tubérculos, raízes e culturas inundadas, assim como outras culturas em que o solo entre em contato direto com a parte comestível. Lodos de esgoto enquadrados na classe A podem ser aplicados em qualquer cultura respeitando-se as restrições estipuladas nos artigos 12 e 15 desta resolução. Lodos de esgoto enquadrados na classe B poderão ser aplicados apenas nas culturas de café, silvicultura e culturas para produção de fibras e óleos.

Para Martinez (2015), o bio sólido possui potencial nutritivo que pode ser utilizado para melhoria de fatores relacionados à produtividade em diversas culturas como: soja, trigo, milho, feijão entre outras.

Bohm et al. (2014) observando a aditividade microbiana na cultura da soja, verificaram que as maiores doses de lodo de esgoto proporcionaram maior atividade microbiana do solo e resultaram em maiores teores de carbono orgânico total, respiração basal e quociente metabólico.

Para a cultura do feijoeiro Nascimento et al. (2004) verificaram a produção de massa seca de plantas de milho e de feijoeiro cultivadas em casa de vegetação com doses crescentes de lodo de esgoto e observaram que houve acréscimo de matéria seca em ambas espécies conforme o aumento das doses.

Magalhães (2011) estudando a produtividade do feijoeiro com doses de lodo de esgoto observou que os valores obtidos servem como referência de ganhos significativos de produtividade devido a aplicação de lodo de esgoto na Universidade de Lavras, apresentando valores bem acima da média de produtividade de lavouras comerciais.

Lobo, Grassi Filho e Bull (2012) ao verificarem os efeitos da aplicação de doses de lodo de esgoto nos efeitos produtivos do feijoeiro observaram que o aumento da dose de lodo de esgoto promoveu incremento no número de vagens, rendimento de matéria seca, rendimento de grãos e na massa de 1000 grãos.

2.2.3 Adubação organomineral na cultura do feijoeiro

Segundo a INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 23, DE 31 DE AGOSTO DE 2005, fertilizante organomineral é o produto resultante da mistura física ou combinação de fertilizantes minerais e orgânicos. A constituição química do fertilizante organomineral deve respeitar os níveis ditados pela INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 25, DE 23 DE JULHO DE 2009, que estabelece que o fertilizante organomineral deve apresentar no mínimo carbono orgânico: 8%; umidade máxima: 30%; CTC mínimo: 80 mmol_c kg⁻¹; N, P e/ou K: 10%; Ca, Mg e/ou S: 5% e micronutrientes: 4%.

A adição de fertilizante mineral ao orgânico faz com que a aplicação do fertilizante organomineral garanta maior uniformidade nas concentrações e disponibilidade de nutrientes no produto final, o fertilizante organomineral aumenta a concentração de nutrientes,

minimizando as taxas de aplicação no campo. A matéria orgânica presente no fertilizante favorece o aproveitamento dos fertilizantes minerais (FERREIRA, 2014).

Um dos benefícios promovidos pela aplicação do fertilizante organomineral consiste na perda reduzida de nutrientes. Isto ocorre pela capacidade de troca catiônica geralmente muito superior aos argilominerais, apresentando efeito quelatizante sobre o mesmo. Desta forma os fertilizantes organominerais promovem uma liberação lenta de nutrientes, garantindo o suprimento das necessidades da planta durante todo o ciclo (RODRIGUES et al., 2015).

Além das vantagens até então citadas Levrero (2009) relatou benefícios como o melhor desenvolvimento radicular e retenção de água no solo; baixa propensão do solo à erosão; menor acidificação do solo, com redução do uso de calcário; recuperação da flora microbiana; menor custo operacional com aplicação conjunta do produto orgânico ao mineral.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na fazenda Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia, na cidade de Uberlândia, MG, Latitude Sul 18° 54', Longitude Oeste 48° 15', em altitude de 843 m.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições em esquema fatorial $2 \times 4 + 2$, sendo duas fontes orgânicas: torta de filtro e biossólido; quatro doses dos fertilizantes organominerais: 50, 75, 100 e 125% de 647 kg ha⁻¹, dose recomendada pela CFSEMG (1999) para a cultura do feijoeiro comum; o controle (100% da dose recomendada, na forma de adubo mineral) e a testemunha (sem adubação). Ambos fertilizantes organominerais foram produzidas pela empresa Geociclo na formulação 5-17-10, com 0,1% de Boro; 3% de Silício e 8% de Carbono Orgânico Total. Os tratamentos são descritos na tabela 1.

Tabela 1- Tratamentos realizados no experimento.

Tratamentos	Doses de fertilizante (%)
Testemunha	0
Mineral (controle)	100
Organomineral (Torta de Filtro)	50

Organomineral (Torta de Filtro)	75
Organomineral (Torta de Filtro)	100
Organomineral (Torta de Filtro)	125
Organomineral (Biossólido)	50
Organomineral (Biossólido)	75
Organomineral (Biossólido)	100
Organomineral (Biossólido)	125

Cada parcela do tratamento foi constituída de dois vasos com capacidade de 5 litros de solo, com 20 cm de altura e 20 cm de diâmetro superior e 17 cm de diâmetro inferior. O solo utilizado foi o latossolo vermelho (V >50%), o qual passou por uma prévia análise química (tabela 2) da camada de 0-20 cm. Após a análise química do solo, verificou-se que não havia a necessidade de aplicação de calcário para correção de pH, devido o solo apresentar-se na faixa ideal de pH.

Tabela 2- Caracterização química da amostra do Latossolo Vermelho utilizado no experimento.

ph													
H ₂ O	P _{meh} ⁻¹	K ⁺¹	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+ Al	SB	T	T	V	M	M.O.	C.O
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
mg dm ⁻³					cmolc dm ⁻³					%		dag Kg ⁻¹	
6,2	2,3	0,31	2,3	0,8	0	2,8	3,41	3,41	6,21	55	0	2,7	1,6

Cada parcela foi representada por dois vasos. A semeadura foi realizada com quatro sementes de feijão por vaso, na profundidade de quatro centímetros. Ao realizar-se a semeadura foram acrescidas junto com o fertilizante organomineral 0,02 g; 0,03 g ; 0,045 g ; 0,05 g de uréia ao solo, referentes aos tratamentos de 50; 75; 100 e 125% respectivamente, no intuito de complementar a quantidade de N das porcentagens definidas para cada tratamento. Após 20 dias foram realizados os desbastes deixando duas plantas por vaso. As quantidades de fertilizante organomineral em g/vaso aplicadas para cada tratamento são apresentadas na tabela 4.

Tabela 4- Quantidades de N, P₂O₅ e K₂O aplicados conforme as doses de 50, 75, 100 e 125 % de fertilizante mineral.

Dose (%)	N (kg ha ⁻¹)	P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	K ₂ O (kg ha ⁻¹)	OM (kg ha ⁻¹)	Uréia (kg ha ⁻¹)	OM (g vaso ⁻¹)	Uréia (g vaso ⁻¹)
50	20	55	32,35	325,5	9	0,8	0,02
75	30	82,5	48,5	485,25	13,5	1,2	0,03
100	40	110	64,7	647	18	1,6	0,045
125	50,7	137,5	80,9	808,75	22,5	2	0,05

O nível tecnológico considerado para estabelecer o manejo do experimento foi o nível tecnológico 4. A cultivar utilizada foi a Pérola do grupo comercial carioca, que possui ciclo com duração média de 90 dias.

Aos 20 após dias a semeadura foi realizada a primeira cobertura com 0,1675g de uréia correspondente a 30 kg ha⁻¹ de N em todos os tratamentos. Aos 30 dias após a semeadura foram realizadas a segunda cobertura com a mesma quantidade de N da primeira e a medição de altura da planta e diâmetro de caule.

Os grãos de feijão foram colhidos aos 84 dias após a semeadura, com cerca de 10% de umidade. No momento da colheita a parte aérea da planta foi cortada na altura do colo e foi depositada em recipiente separado das vagens. As vagens foram contadas para a determinação do n° médio de vagens por planta e os grãos foram contados para determinação de n° médio de grãos por vagem, posteriormente os grãos foram levados para estufa à +-103 °C, em duas repetições e depois pesados em balança de precisão para determinação de umidade e correção para 13 %, massa de 1000 grãos e rendimento. A parte aérea foi levada para estufa à 65°C junto com as vagens após retirados os grãos e pesada em balança de precisão para determinação da massa seca de parte aérea da planta.

Para as variáveis fez-se a Análise de Variância (ANAVA), quando o H0 foi rejeitado compararam-se as médias dos tratamentos com teste de Tukey (p<0,05). Primeiro verificou-se a interação entre as fontes de matéria orgânica e as concentrações de fertilizante organomineral, não sendo significativa a interação partiu-se para o estudo separado dos tratamentos.

Para análise separada dos adicionais com cada tratamento e para cada variável analisada foi utilizado o teste de Dunnett (p<0,05) no programa estatístico ASSISTAT. as

equações dos modelos de regressão que melhor se adequaram a cada variável foram definidas com o auxílio do programa SISVAR. Para as regressões foram utilizadas as médias da testemunha e das demais fontes de adubação na dose de 100%, para comparar o desempenho das fontes utilizadas para cada variável. Os gráficos foram elaborados com o auxílio do programa estatístico SigmaPlot.

Anteriormente às análises estatísticas, as pressuposições básicas da análise de variância, normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias foram testadas para todas as variáveis avaliadas. Onde não atendeu as pressuposições alfa menor que 0,01 ocorreu a transformação em raiz de x.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As pressuposições básicas da análise de variância, normalidade dos erros (anexo 1) e homogeneidade das variâncias testadas atenderam as pressuposições alfa menor que 0,01 para todas as variáveis avaliadas.

Os resumos das análises de variância para altura da planta aos 30 DAE, diâmetro do caule aos 30 DAE, número médio de vagens por planta, número médio de grãos por vagem, massa seca da parte aérea, massa de 1000 grãos, rendimento (g/planta), nitrogênio dos grãos, proteína bruta dos grãos e acúmulo residual de N (mg planta⁻¹) na parte aérea são apresentados nas tabela 5 e 6.

Tabela 5- Resumo das análises de variância para altura da planta aos 30 DAE, diâmetro do caule aos 30 DAE, número médio de vagens por planta, número médio de grãos por vagem, massa seca da parte aérea e massa de 1000 grãos.

Fonte de GL		Quadrados médios					
Variação		Altura 30 DAE	Diâmetro 30 DAE	Vagens/ Planta	Grãos/ Vagem	Massa seca parte aérea	Massa 1000 grãos
Fonte (F)	2	320,174*	0,0697	3,664	0,0861	3,991*	202,424
Dose (D)	4	270,544*	0,107	3,0382	0,119	2,124*	382,460
F x D	2	2,299E +0002	0,109	-5,0392E -0001	0,00981	-2,00564E +0000	5001,173*
Bloco	3	977,341	0,593	2,0612	0,600	1,330	8019,376
Erro	24	87,149	0,118	1,422	0,178	0,718	843,192
CV (%)		21,51	8,18	17,45	10,59	16,75	11,85

*Significativo a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 6- Resumo das análises de variância para rendimento (g/planta), nitrogênio dos grãos, proteína bruta dos grãos e acúmulo residual de N na parte aérea (mg planta⁻¹).

Fonte de GL	Variação	Quadrados médios			
		Rendimento	Nitrogênio grãos	P. B. grãos	Acúmulo residual de N na parte aérea
Fonte (F)	2	9,0249*	2,7265	106,497	809,114*
Dose (D)	4	7,616*	5,5191	215,567	484,935 *
F x D	2	6,304	19,305	753,737	-3,106E+0002
Bloco	3	8,991	34,439	1345,0813	862,677
Erro	24	2,433	7,755	302,870	165,155
CV (%)		23,08	7,91	7,91	28,17

*Significativo a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey (p<0,05).

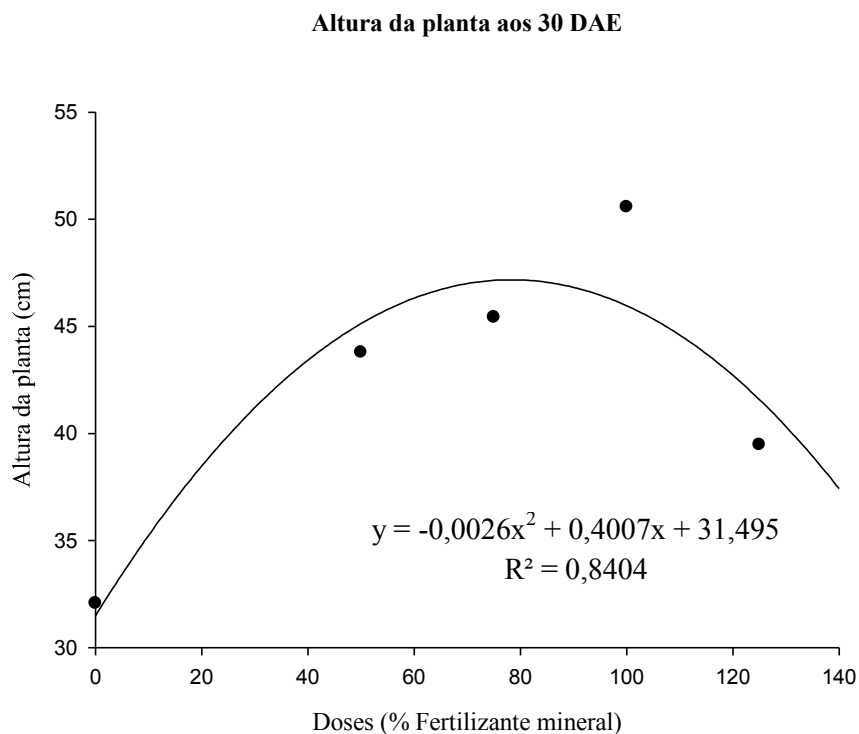
A análise de variância revelou que não houve interação significativa entre as fontes utilizadas e as doses dos fertilizantes organominerais, exceto para a variável massa de 1000 grãos, indicando dependência entre fontes orgânicas dos fertilizantes organominerais e as doses utilizadas. As variáveis altura da planta aos 30 DAE, massa seca da parte aérea, rendimento e acúmulo residual de N na parte aérea foram afetadas significativamente apenas pelas fontes orgânicas e doses utilizadas (tabela 7).

Tabela 7- Médias dos tratamentos para altura da planta aos 30 DAE, massa seca da parte aérea, massa de 1000 grãos (desdobramento para a dose de 50 %), rendimento e acúmulo residual de N na parte aérea segundo teste de Tukey (p<0,05).

Variáveis	Testemunha	Biossólido	Torta de filtro
Altura da planta aos 30 DAE (cm)	32,07125 a	43,409 ab	46,217 b
Massa seca da parte aérea (g)	3,732 a	5,184 b	5,267 b
Massa de 1000 grãos (g) (desdobramento para a dose de 50 %)		229,268 a	281,578 b
Rendimento (g planta)	4,7555 a	7,000875 b	7,0161 b
Acúmulo residual de N na parte aérea (mg planta ⁻¹)	27,06135 a	46,475 b	49,402 b

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

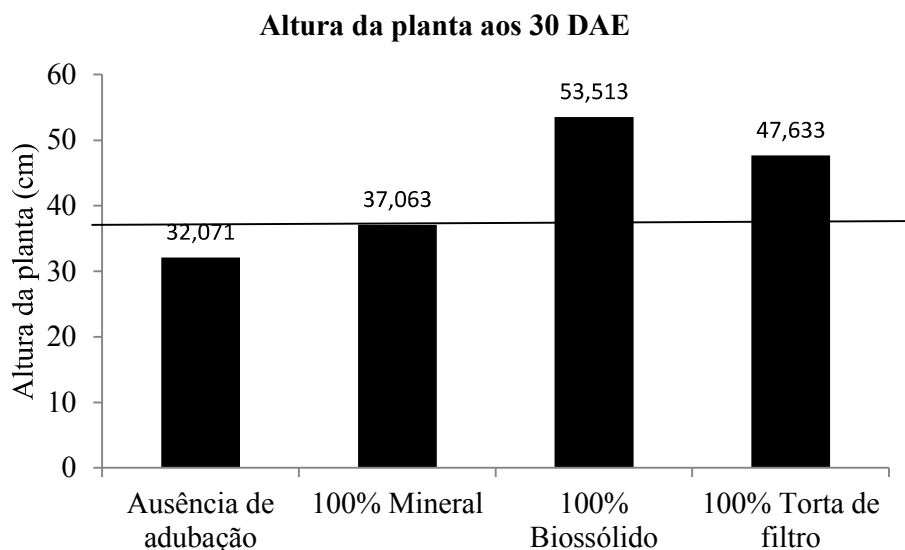
A variável altura da planta aos 30 DAE teve efeito significativo em função da dose de 100 % e apenas a fonte orgânica de biossólido destacou-se da testemunha (gráfico 1).

Gráfico 1- Altura da planta aos 30 DAE.

Houve um aumento da altura da planta aos 30 DAE até a altura máxima de 46,93 cm, alcançada com a dose de 77,058 % da adubação mineral.

Na comparação da altura da planta aos 30 DAE para as diferentes fontes na dose de 100 % (gráfico 2) verifica-se que o biossólido resulta em maior altura.

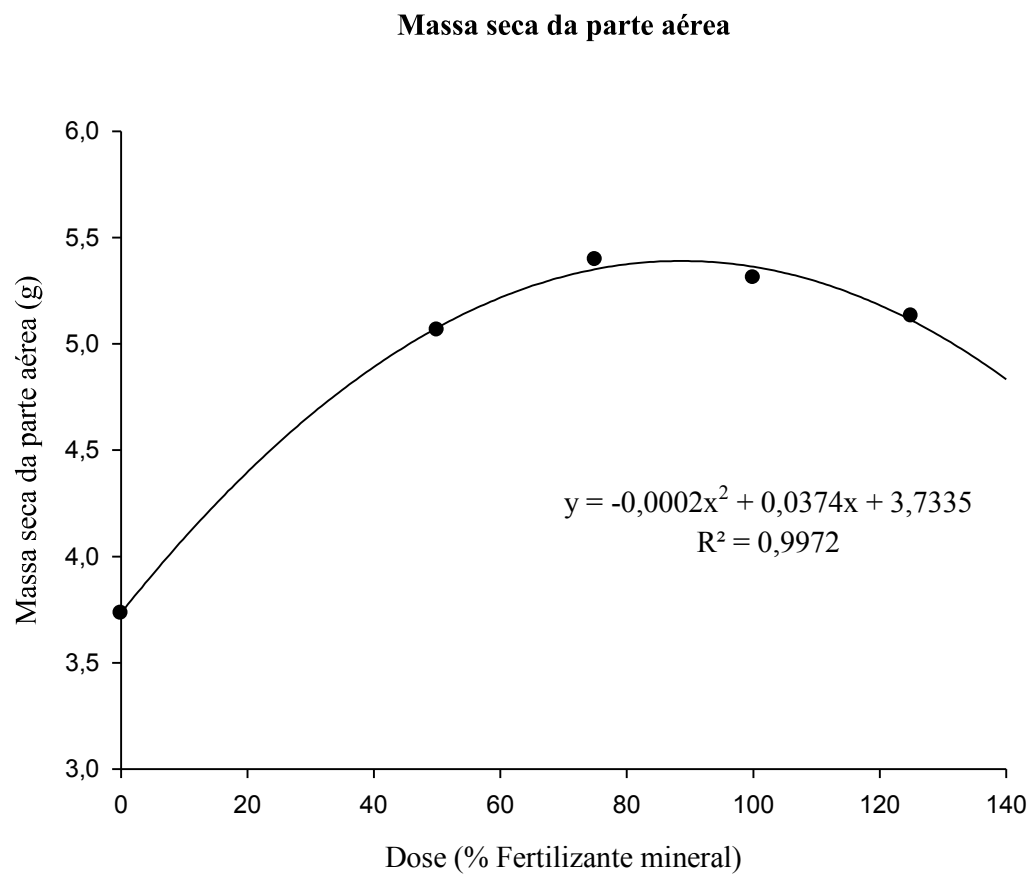
Gráfico 2- Valores de crescimento obtidos com a adubação mineral, ausência de adubação e 100% da dose recomendada fornecidas pelos organominerais.



Linha horizontal delimita o valor de altura da planta (cm) obtido com a dose de 100% mineral.

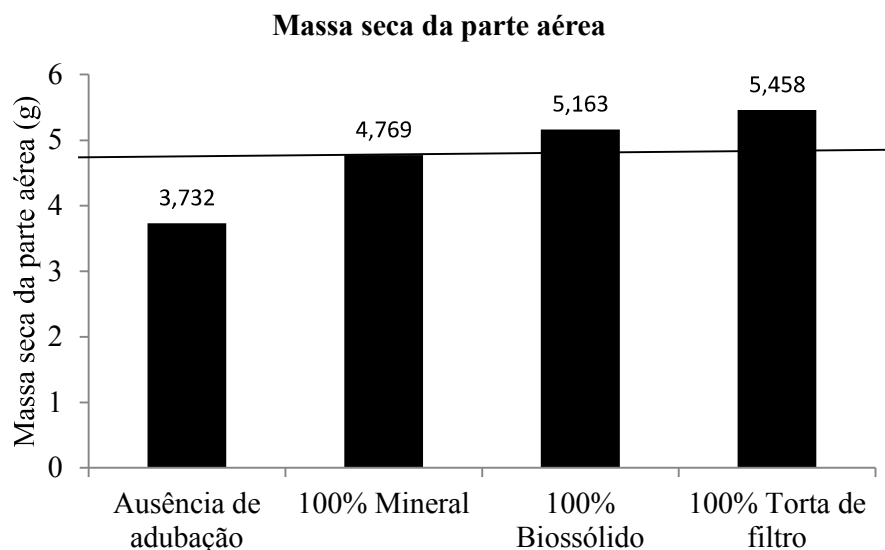
Para altura da planta aos 30 DAE o biossólido mostrou-se mais eficiente. Isto se deve porque o lodo de esgoto é considerado fertilizante rico em N, mas além deste, podem fornecer P e micronutrientes essenciais como Fe, Cu, Mn e Zn (LAMBAIS; SOUZA, 2000). Sua eficiência em relação à torta de filtro pode ser explicada pela diferença entre a composição química e a mineralização de nutrientes como N e P entre as fontes orgânicas. Em um estudo que visou caracterizar química e bioquimicamente oito fontes orgânicas sendo resíduos *in natura* ou na forma de composto, Chacón et al. (2011) verificou que o composto de lodo de esgoto apresentou maiores teores de micronutrientes do que a torta de filtro, maior potencial de mineralização de N em relação à torta de filtro e maior teor de P inorgânico acumulado do que a torta de filtro indicando maior presença de formas de P de fácil mineralização.

A massa seca da parte aérea foi afetada pelas duas fontes orgânicas na concentração de 75 % (gráfico 3). Houve um aumento da massa seca da parte aérea até a massa de 5,483 g, obtida pela dose de 93,5 % da adubação mineral.

Gráfico 3- Massa seca da parte aérea.

Comparando-se os valores de massa seca da parte aérea para as diferentes fontes na dose de 100 % pode-se observar que a utilização de fertilizante organomineral resulta em maiores valores de massa seca em comparação principalmente à adubação mineral (gráfico 4).

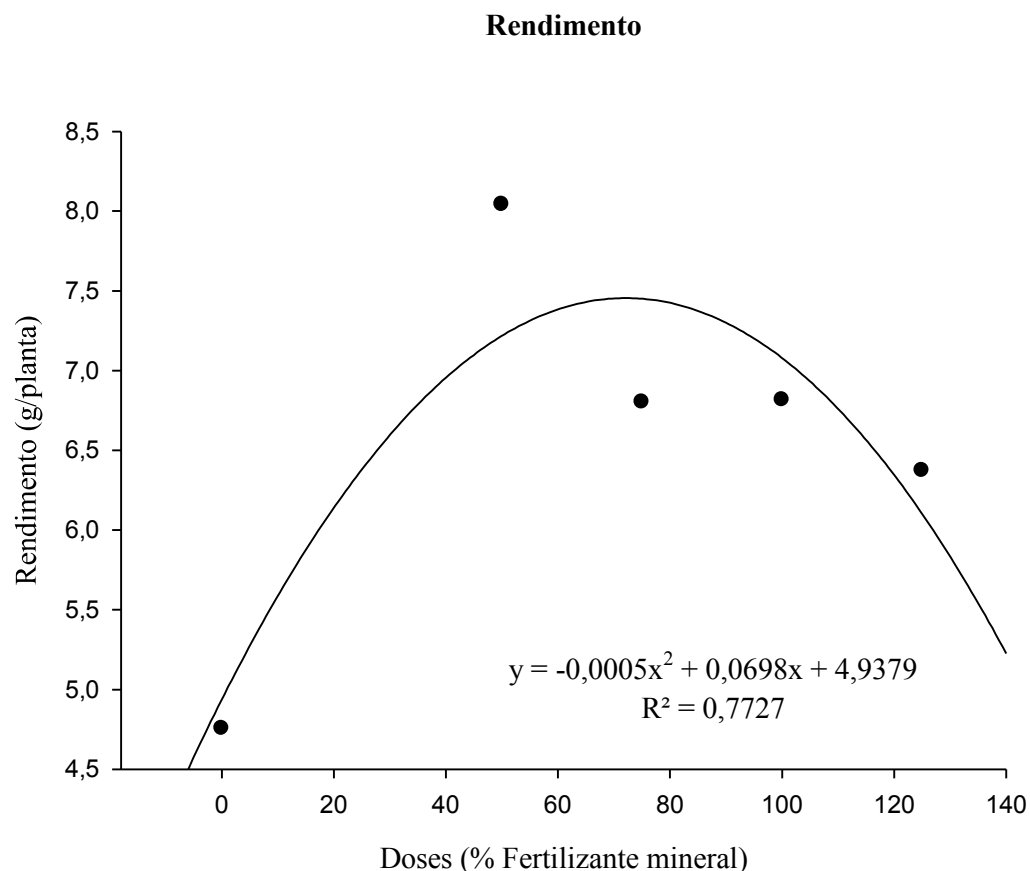
Gráfico 4- Valores de crescimento obtidos com a adubação mineral, ausência de adubação e 100% da dose recomendada fornecidas pelos organominerais.



Linha horizontal delimita o valor de altura da planta (cm) obtido com a dose de 100% mineral.

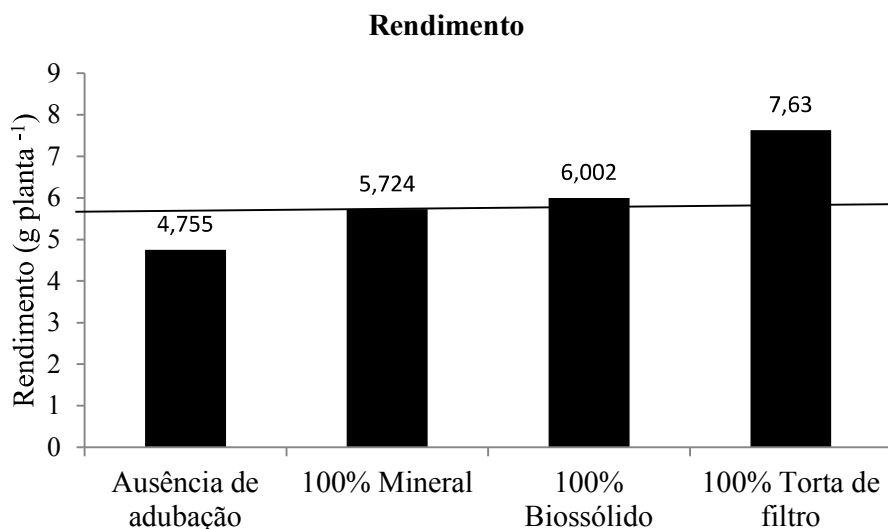
Devido à presença de grande quantidade de matéria orgânica no fertilizante organomineral, à redução de perdas de nutrientes como N, P e K, à reestruturação do solo resultante de condições favoráveis à proliferação de microrganismos e à promoção de melhor absorção de nutrientes aplicados, os fertilizantes organominerais são significativos para o crescimento e desenvolvimento das culturas (SANTOS; WANDERLEY; SOUZA JUNIOR, 2013). Outro fator preponderante na ação benéfica do fertilizante organomineral às culturas corresponde à potencialização da liberação de NPK devido à presença de matéria orgânica (KIEHL, 1999).

Para rendimento das plantas de feijoeiro (g planta^{-1}) as duas fontes orgânicas destacaram-se da testemunha, sendo que na dose de 50 % verificou-se efeito significativo (gráfico 5).

Gráfico 5- Rendimento (g/planta).

No presente estudo o uso de 69,8 % dos nutrientes NPK conforme a exigência nutricional do feijoeiro comum aplicados na forma de fertilizante organomineral proporcionaram rendimento maior do que a aplicação de 100% dos nutrientes, alcançando rendimento máxima de 7,374 g/planta. Os resultados satisfatórios proporcionados pelo fertilizante organomineral na cultura do feijão também puderam ser comprovados por Oliveira et al. (2014) que comparando fertilizantes organominerais com a testemunha na cultura do feijoeiro observou que o primeiro apresentou maior produtividade corroborando com os resultados aqui apresentados. Segundo Rodrigues et al. (2015), a maior eficiência do fertilizante organomineral deve-se muito ao efeito de liberação lenta (*slow release*) de nutrientes deste fertilizante. Comparando-se os rendimentos adquiridos pelas fontes utilizadas na dose de 100% a fonte de torta de filtro destaca-se das demais fontes (gráfico 6).

Gráfico 6- Valores de crescimento obtidos com a adubação mineral, ausência de adubação e 100% da dose recomendada fornecidas pelos organominerais.



Linha horizontal delimita o valor de altura da planta (cm) obtido com a dose de 100% mineral.

A variável massa de mil grãos apresentou interação, o desdobramento evidenciou que dentro das fontes utilizadas para a fonte de biossólido a melhor dose utilizada foi 50 % e para a fonte de torta de filtro a melhor dose utilizada foi 100 %. Quanto às doses de fertilizantes organominerais apenas a fonte orgânica biossólido na dose 50 % influenciou significativamente a massa de mil grãos (gráfico 7).

Para a fonte biossólido verifica-se que a dose de 50 % da adubação mineral resultou no maior valor de massa de mil grãos 284,215 g. A partir desta dose a massa de mil grãos teve um decréscimo chegando a massa mínima de 226,692 g obtida pela dose de 119, 204 % da adubação mineral, ocorrendo um pequeno aumento da massa posterior a esta dose. Para a fonte de torta de filtro a massa de mil grãos máxima foi 254, 821 g alcançada pela dose de 102,870 % da adubação mineral.

Ao verificar os efeitos da adubação orgânica com lodo de esgoto nos fatores produtivos do feijoeiro Lobo, Grassi Filho e Bull (2012), observaram que o aumento da dose de lodo de esgoto promoveu incremento do número de vagens, rendimento de matéria seca, rendimento de grãos (kg/ha) e massa de mil grãos em relação à testemunha.

Na dose de 100% a fonte que destaca-se com maior massa de mil grãos é a torta de filtro (gráfico 8).

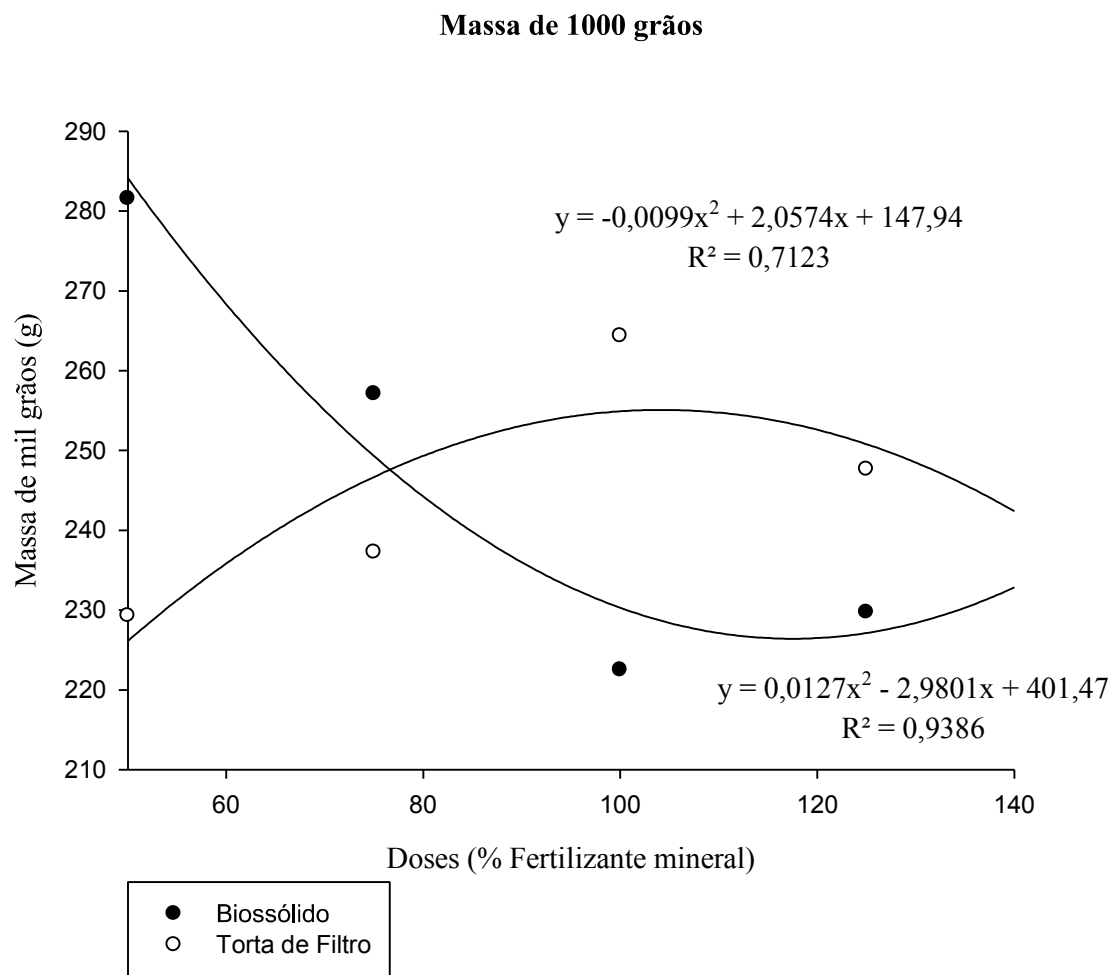
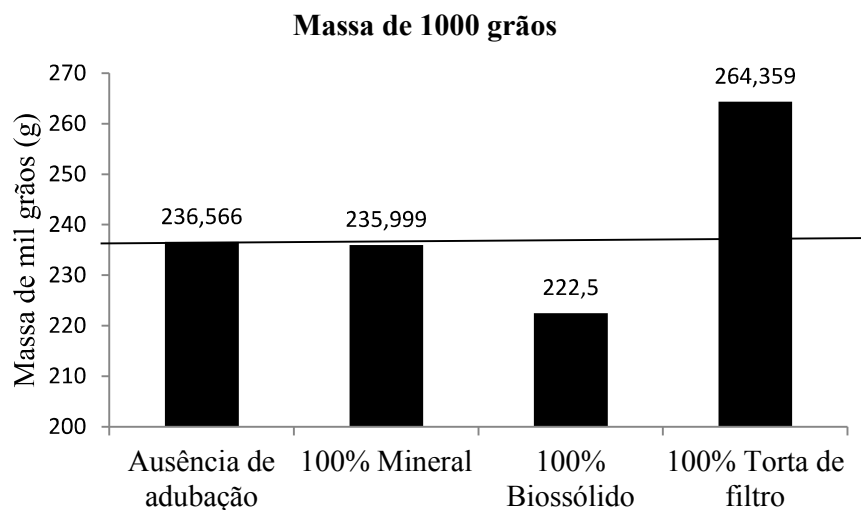
Gráfico 7- Massa de 1000 grãos.

Gráfico 8- Valores de crescimento obtidos com a adubação mineral, ausência de adubação e 100% da dose recomendada fornecidas pelos organominerais.



Linha horizontal delimita o valor de altura da planta (cm) obtido com a dose de 100% mineral.

A concentração de 125% de ambas fontes orgânicas promoveram um maior acúmulo residual de N na parte aérea (Gráfico 9). O maior acúmulo residual de N promovido pela dose de 125% deve-se muito provavelmente ao maior fornecimento de N nesta dose. O acúmulo máximo de N resultou da aplicação de 120,433 % da adubação mineral, alcançando 50,301 mg planta⁻¹. Ao comparar-se o acúmulo residual de N na parte aérea para as fontes utilizadas na dose de 100% o maior acúmulo residual de N resulta da aplicação da torta de filtro (gráfico 10).

Gráfico 9- Acúmulo residual de N na parte aérea (mg planta⁻¹).

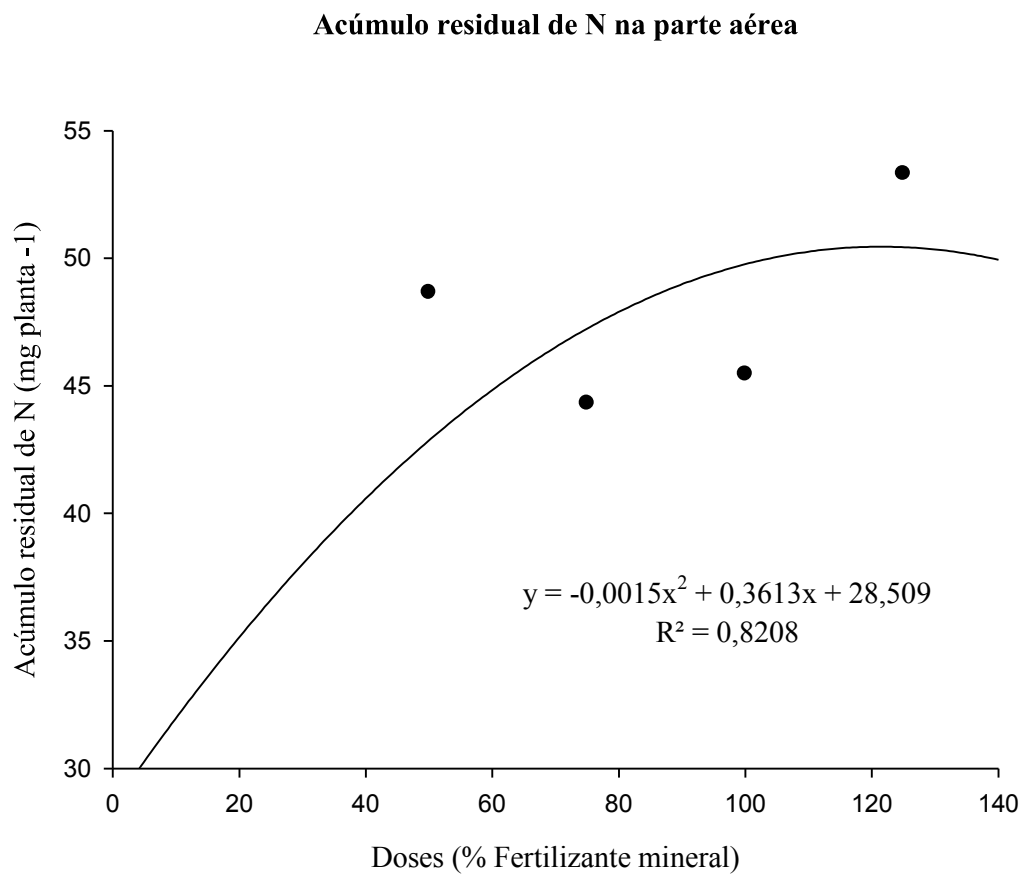
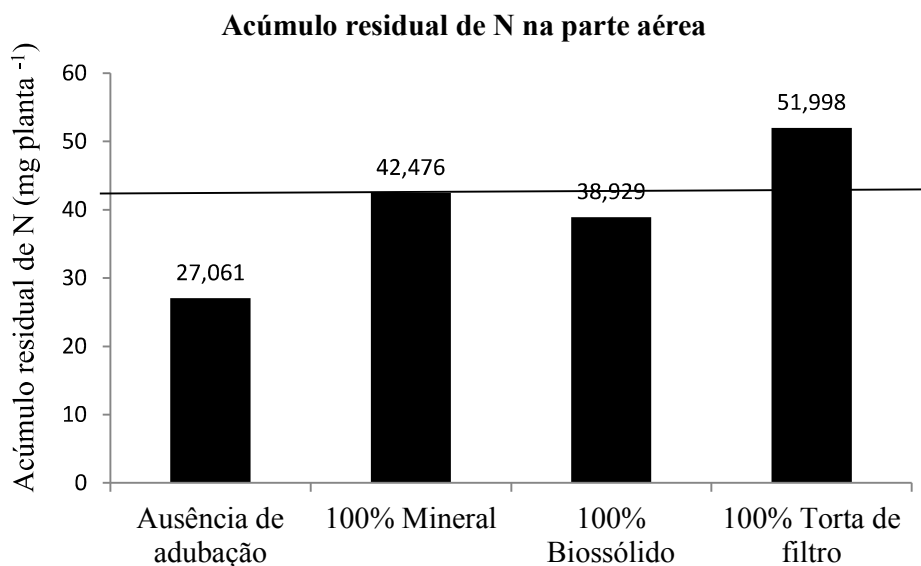


Gráfico 10- Valores de crescimento obtidos com a adubação mineral, ausência de adubação e 100% da dose recomendada fornecidas pelos organominerais.



Linha horizontal delimita o valor de altura da planta (cm) obtido com a dose de 100% mineral.

Quanto ao diâmetro do caule aos 30 DAE, número médio de vagens por planta, número médio de grãos por vagem, macro e micronutrientes foliares, nitrogênio dos grãos, proteína bruta dos grãos e acúmulo residual de macro e micronutrientes exceto de N, não foram influenciados significativamente por nenhuma das fontes orgânicas e doses utilizadas.

Ao comparar-se a testemunha com os demais tratamentos a concentração de 100 % de biossólido forneceu maior altura da planta aos 30 DAE e as concentrações de 50 e 75 % de biossólido e 100 e 125 % de torta de filtro apresentaram maiores valores de massa seca da parte aérea. Nas doses 50 % de biossólido e 125 % de torta de filtro verificou-se maior acúmulo residual de N na parte aérea da planta. A dose de 50 % de biossólido forneceu maior rendimento tanto em comparação com a testemunha quanto em comparação com o tratamento comercial (tabela 7).

Tabela 7- Estatística e probabilidades associadas ao Teste de Dunnett para altura aos 30 DAE, massa seca da parte aérea, rendimento e acúmulo residual de N na parte aérea da planta.

Tratamento	Altura da planta aos 30 DAE (cm)	Massa seca da parte aérea (g)	Rendimento (g/planta)	Acúmulo residual de N na parte aérea (mg planta⁻¹)
TF 50%	43,2	4,586	9,560 **	41,105
TF 75%	41,989	5,139	7,03065	46,975
TF 100%	47,6325	5,4575*	6,00210	51,998
TF 125%	40,814	5,553*	5,4715	57,530*
BI 50%	44,364	5,5445*	6,524	56,217*
BI 75%	48,859	5,6525*	6,575	41,646
BI 100%	53,5125*	5,1625	7,630	38,929
BI 125%	38,134	4,707	7,2745	49,107
Mineral 100%	37,0625	4,769	5,724	42,476
Testemunha	32,0725	3,732	4,755	27,06135

*Valores com um asterisco indicam diferenças significativas pelo Teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade em relação à testemunha.

**Valores com dois asteriscos indicam diferenças significativas pelo Teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade em relação ao controle mineral.

Nakayama, Pinheiro e Zerbini (2013) e Oliveira et al. (2014) comparando o fertilizante organomineral com fertilizante mineral na cultura do feijão puderam observar que o fertilizante organomineral proporcionou maiores valores de produtividade. Isto pode ser explicado pelas distintas solubilidades do N químico e orgânico. O N químico encontra-se prontamente disponível para a planta podendo sofrer perdas por lixiviação ou volatilização enquanto que o N orgânico é disponibilizado gradualmente (OLIVEIRA et al., 2014).

5 CONCLUSÃO

Os fertilizantes organominerais em relação ao fertilizante mineral e à ausência de fertilizante apresentaram melhores resultados para as variáveis altura da planta aos 30 DAE, massa seca da parte aérea, massa de 1000 grãos, rendimento e acúmulo residual de N na parte aérea.

Para a variável altura da planta aos 30 DAE a fonte orgânica bio-sólido foi mais eficiente do que a fonte de torta de filtro.

Os melhores resultados para as variáveis massa seca da parte aérea e rendimento (g planta^{-1}) foram obtidos utilizando-se quantidades inferiores à dose de 100% da fertilização mineral.

Em comparação ao controle mineral o fertilizante organomineral apresentou melhores resultados apenas para a variável rendimento.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA JÚNIOR, A. B. et al. Fertilidade do solo e absorção de nutrientes em cana-de-açúcar fertilizada com torta de filtro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [s.l.], v. 15, n. 10, p.1004-1013, out. 2011. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662011001000003>>. Acessado em: 10 de mar. de 2016.
- ANDREOLI, C. V. et al. **Gestão dos Biossólidos Gerados em Estações de Tratamento de Esgoto Doméstico** Ii. Engenharia e Construção, Curitiba, setembro/98, n. 24. Disponível em : <http://www.sanepar.com.br/sanepar/gecip/congressos_seminarios/lodo_de_esgoto/gestao_biossolidos_etes.pdf>. Acessado em : 23 de fev. de 2016.
- ANDREOLI, C. V.; PEGORINI, E. S. Reciclagem agrícola de biossólidos: Impactos e Regulamentação. **XXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**. Ribeirão Preto, 2003.
- ASSENHEIMER, A. Benefícios do uso de biossólidos como substratos na produção de mudas de espécies florestais. **Ambiência**, v.5, p.321-330, 2009.
- BETTIOL, W.; CAMARGO O. A. (Ed.). **Lodo de esgoto: impactos ambientais na agricultura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006.
- BOHM, G. B. et al. Uso de lodo de estação de tratamento de esgoto em Argissolo cultivado com soja. **Thema**, [s.l.], v. 11, n. 01, p.12-23, 9 jul. 2014. Instituto Federal de Educacao, Ciencia e Tecnologia Sul-Rio-Grandense. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.15536/thema.11.2014.12-23.202>>. Acessado em: 24 de fev. de 2016.
- BONASSA, G. et al. Subprodutos Gerados na Produção de Bioetanol: Bagaço, Torta de Filtro, água de Lavagem e Palhagem. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, [s.l.], v. 4, n. 3, p.144-166, 25 nov. 2015. Universidade Federal do Parana. Disponível em : <<http://dx.doi.org/10.5380/rber.v4i3.44075>>. Acessado em: 20 de fev. de 2016.
- BRASIL. Instrução Normativa 25, de 23 de julho de 2009. Dispõe sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. **Diário Oficial da União**, DF, 23 de jul. de 2009 p.18.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.23, de 31 de agosto de 2005. Aprova as definições e normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. **Diário Oficial da União**, Brasília, n.173, 08. set. 2005, Seção 1, p.12.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Gestão de resíduos orgânicos**. [2010]. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/gest%C3%A3o-de-res%C3%ADuos-org%C3%A2nicos>. Acessado em: 30 de out. de 2016.
- CAIXETA, L. S. **Resposta de diferentes genótipos de tomateiro micro-tom à adubação com fertilizante organomineral**. 2015. Vi, 44 f., il. Monografia (Bacharelado em Agronomia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CFSEMG). **Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG, 1999.

CHACÓN, E. A. V. et al. Decomposição de fontes orgânicas e mineralização de formas de nitrogênio e fósforo. **Revista Ceres (impresso)**, [s.l.], v. 58, n. 3, p.373-383, jun. 2011. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0034-737x2011000300019>>. Acessado em: 10 de Ago. de 2016.

Conab. **Conjuntura de feijão**. Brasília, 2015. 28 slides, color.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução no 375/2006**, de 29/8/2006. Disponível em : <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano/>>. Acessado em: 26 de fev. de 2016.

CRIAR E PLANTAR (Ed.). **Feijão: Nutrição e adubação mineral**. 2013. Disponível em: <<http://www.criareplantar.com.br/agricultura/lerTexto.php?categoria=42&id=626>>. Acessado em: 22 fev. de 2016.

D'AMBROSIO, O. **Aspectos gerais da cultura do feijoeiro**: Livro traz principais tópicos relacionados ao tema. 2016. Disponível em: <<http://www.unespciencia.com.br/2016/06/feijao/>>. Acessado em: 31 out. De 2016.

DEPEC. **Feijão**. Osasco, 2016. 20 slides, color. Disponível em: <http://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_feijao.pdf>. Acessado em: 29 ago. de 2016.

FERNANDES, S.A.P.; SILVA, S. M. C. P. da. **Manual Prático para a Compostagem de Biossólidos**. Londrina: Prosab, Finep, 1999. 84p.

FERREIRA, N. R.. **Eficiência agrônômica de fertilizantes organominerais sólidos e fluidos em relação à disponibilidade de fósforo**. 2014. x, 67 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” , Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/86463>>. Acessado em: 16 de ago. de 2016.

FIDALSKI, J.; CHAVES, J. C. D. Respostas do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) IAPAR – 59 à aplicação superficial de resíduos orgânicos em um latossolo vermelho distrófico típico. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 1, p. 75 – 86, jan/abril. 2010. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br:80/handle/123456789/3932>. Acessado em 25 de fev. de 2016.

INCAPER. **LODO DE ESGOTO: UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL**. Vitória: Dcm/incaper, dez. 2008. Disponível em: <www3.incaper.es.gov.br/sistemas/servicos/.../folder_lodo_esgoto_quarta_edicao.pdf>. Acessado em: 22 fev. de 2016.

INNOCENTE, A. F. **Análise energética da aplicação de torta de filtro na substituição parcial da adubação inorgânica sintética da cana-de-açúcar**. 2015. xi, 126 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/123381>>. Acessado em: 24 de fev. de 2016.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes organominerais**. Piracicaba: [s.n.], 1999.

KORNDORFER, G. H. Uso e manejo dos resíduos da cana – Torta de filtro. Disciplina AG524 Uso de Fertilizantes e Resíduos na Agricultura. Curso de Pós-graduação em Agronomia. Instituto de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Set. 2015. Notas de Aula.

LAMBAIS, M. R.; SOUZA, A. G. **Impacto de biossólidos nas comunidades microbianas do Ambiente**, p. 269–279, 2000.

LEVRERO, C. R. Fertilizante organomineral: a service do mundo. In: **FÓRUM ABISOLO**, 2009.

LIMA, B. V. et al. A ADUBAÇÃO ORGÂNICA E A SUA RELAÇÃO COM A AGRICULTURA E O MEIO AMBIENTE. V **Encontro Científico e Simpósio de Educação Unisalesiano**, Lins, v. 5, p.1-12, out. 2015. Disponível em: <<http://www.unisalesiano.edu.br/simposio2015/publicado/artigo0186.pdf>>. Acessado em: 22 fev. de 2016.

LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H.; BÜLL, L. T. Efeito do nitrogênio e do lodo de esgoto nos fatores produtivos do feijoeiro. **Rev. Ceres**, [s.l.], v. 59, n. 1, p.118-124, fev. 2012. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0034-737x2012000100017>>. Acessado em: 21 de fev. de 2016.

MAGALHÃES, C. A. de S. **Efeito do lodo de esgoto compostado na produtividade de culturas e na lixiviação de nitrato e thiamethoxam em Latossolos e Argissolo**. 2011. 97 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

MARTINEZ, D. G. USO DE BISSÓLIDO NA AGRICULTURA. **R. Bras. Ener. Renov.**, [s.l.], v. 4, n. 3, p.64-72, 25 nov. 2015. Universidade Federal do Parana. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5380/rber.v4i3.41399>>. Acessado em: 19 de fev. de 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Constituição (2009). Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009. NORMAS SOBRE AS ESPECIFICAÇÕES E AS GARANTIAS, AS TOLERÂNCIAS, O REGISTRO, A EMBALAGEM E A ROTULAGEM DOS FERTILIZANTES ORGÂNICOS SIMPLES, MISTOS, COMPOSTOS, ORGANOMINERAIS E BIOFERTILIZANTES DESTINADOS À AGRICULTURA. **Instrução Normativa Sda/mapa 25/200**. Diário Oficial da União, DF, Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=recuperarTextoAtoTematicaPortal&codigoTematica=1229186>>. Acessado em: 23 fev. de 2016.

NAKAYAMA, F. T.; PINHEIRO, G.A.S.; ZERBINI, E.F. Eficiência do fertilizante organomineral na produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em sistema de semeadura direta. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 7, p. 122-138, 2013.

NARDIN, R. R. **Torta-de-filtro aplicada em argissolo e seus efeitos agrônômicos em duas variedades de cana-de-açúcar colhidas em duas épocas**. 2007. 51 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Agricultura Tropical e Subtropical, Iac, Campinas, 2007.

NASCIMENTO, C. W. A. et al. Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.2, p.385-392, 2004.

OLIVEIRA, I. P.; ARAUJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA PESQUISA DA POTASSA E DO

FOSFATO (Piracicaba) (Org.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p. 171- 204.

OLIVEIRA, I.P.; THUNG, M.D.T. Nutrição mineral. In: ZIMMERMANN, M.J.O.; ROCHA, M. ; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro** – fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, POTAFOS, 1988. p.175-212.

OLIVEIRA, L. et al. Aplicação de fertilizante organomineral à base de torta de filtro na adubação de cobertura no feijoeiro. **X Simpósio de Ciências da Unesp: Produção e conservação de forragens**, Dracena, v. 5, p.24-26, set. 2014.

PEREIRA, L. B. **Manejo da adubação na cultura do feijão em sistema orgânico de produção**. 2014. 85 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/123674>>. Acessado em: 14 de jun. de 2016.

PIRES, A. M. M.; ANDRADE, C. A. Recomendação da dose de lodo de esgoto: a questão do nitrogênio. **Comunicado Técnico**, Jaguariúna, v. 52, p.1-6, out. 2014.

QUINTANA, N. R. G. **Análise econômica da aplicação do biossólido na agricultura**. 2006. 111 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP. 2006. Botucatu, SP. 2006

RODRIGUES, V. W. B. et al. Eficiência do fertilizante organomineral produzido a partir de resíduos agroindustriais na cultura da cana-de-açúcar. **IV Simpósio Internacional Sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais**, Rio de Janeiro, v. 4, p.1-4, maio 2015.

ROSA, A. S.; MARTINS, C. P. S. Produção mais limpa nas fontes geradoras de poluição da indústria de açúcar e álcool. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 6, n. 2, p. 90-125, Jun. 2013

ROSOLEM, C. A. **Nutrição e adubação Feijoeiro**. Piracicaba – SP: Potafos, 1987, p.4 – 20.

ROSOLEM, C. A.; MARUBAYASHI, O. M.. Seja o doutor do seu feijoeiro. **Potafos: Arquivo do agrônomo**, Piracicaba, v. 7, p.1-4, dez. 1994. Disponível em: <[http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/69CAB152E9EC329A83257AA0003BC0D4/\\$FILE/Seja_Feijoeiro.pdf](http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/69CAB152E9EC329A83257AA0003BC0D4/$FILE/Seja_Feijoeiro.pdf)>. Acessado em: 17 ago. de 2016.

ROSSETTO, R.; SANTIAGO A. D. **Adubação** - resíduos alternativos. 2008. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_39_711200516717.html>. Acessado em: 25 de fev. de 2016.

SANTOS, J. B. ; GAVILANES, M. L. Botânica. In: VIEIRA, Clibas; PAULA JÚNIOR, Trazilbo José de; BORÉM, Aluísio (Ed.). **Feijão: Aspectos gerais e cultura no estado de Minas**. 1998. ed. Viçosa: Ufv, 1998. Cap. 3, p. 56.

SANTOS, J. F.; WANDERLEY, J. A. C.; SOUSA JÚNIOR, J. R.. Produção de girassol submetido à adubação organomineral. **Agropecuária Científica do Semiárido**, Campina Grande, v. 9, p.38-44, out. 2013. Disponível em: <<http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/387/pdf>>. Acessado em: 21 de jun. de 2016.

SOUZA, R. T. X. **Fertilizante Organomineral para produção de cana-de-açúcar**. 2014. 87 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia. 2014. Uberlândia, MG. 2014

VALDERRAMA, Márcio et al. FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO E FÓSFORO EM FEIJOEIRO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, p.191-196, jul. 2009.

ZIMMERMANN, M. J. et al. **Cultura do Feijoeiro**: Fatores que afetam a produtividade. Piracicaba - São Paulo: Associação Brasileira para pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1988, p. 175 – 181.