

INSTITUTO FEDERAL
GOIANO
Câmpus Rio Verde

BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

**DESEMPENHO DA CULTURA DO SORGO GRANÍFERO
IRRIGADO E ADUBADO COM RESÍDUOS ORGÂNICOS**

GLAUCIA GIOVANNA FERNANDES BARROS

Rio Verde, GO

2019

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

**DESEMPENHO DA CULTURA DO SORGO GRANÍFERO IRRIGADO E
ADUBADO COM RESÍDUOS ORGÂNIOS**

GLAUCIA GIOVANNA FERNANDES BARROS

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Wilker Alves Morais

Rio Verde - GO
Agosto, 2019

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

BB277d Barros, Glaucia Giovanna Fernandes Barros
DESEMPENHO DA CULTURA DO SORGO GRANÍFERO IRRIGADO
E ADUBADO COM RESÍDUOS ORGÂNICOS / Glaucia
Giovanna Fernandes Barros Barros; orientador Wilker
Alves Moraes . -- Rio Verde, 2019.
23 p.

Monografia (em Engenharia Ambiental) --
Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2019.

1. sorghum bicolor. 2. Cama de frango. 3. lodo
de esgoto. I. Alves Moraes , Wilker , orient. II.
Titulo.



INSTITUTO FEDERAL
Goiano

Repositório Institucional do IF Goiano - RIIF Goiano
Sistema Integrado de Bibliotecas

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e Impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Gláucia Giovanna Ferraz Mendes Barros
 Matrícula: 20143022074 2290
 Título do Trabalho: Desempenho da cultura do sorgo granífero irrigado e adubado com resíduos orgânicos.

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 14/07/20
 O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não
 O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde, 14/07/2020
Local Data

Gláucia Giovanna Ferraz Mendes Barros
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

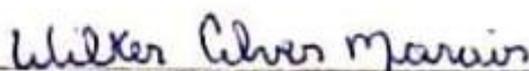
Walter Alves Moreira
Assinatura do(a) orientador(a)

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CURSO (TC)

ANO	SEMESTRE
2019	2

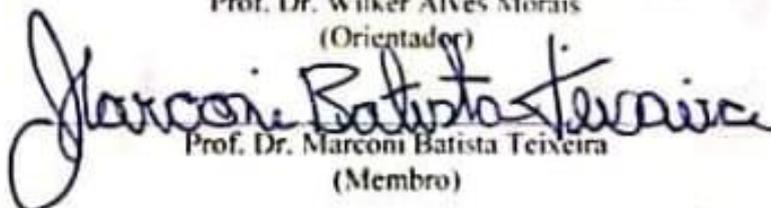
No dia 06 do mês de agosto de 2019 às 10h00min, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes, Wilker Alves Moraes e Marconi Batista Teixeira e pelo Engº Agrônomo Fernando Nobre Cunha, para examinar o Trabalho de Curso intitulado: Desempenho da cultura do sorgo granífero adubado com resíduos orgânicos, da acadêmica Glaucia Giovanna Fernandes Barros, Matrícula nº 2014102200740290 do curso de Engenharia Ambiental do IF Goiano – Campus Rio Verde. Após a apresentação oral do TC, houve arguição da candidata pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela aprovação da acadêmica. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata, que segue datada e assinada pelos examinadores.

Rio Verde, 06 de agosto de 2019.



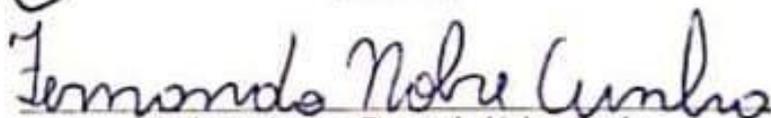
Prof. Dr. Wilker Alves Moraes

(Orientador)



Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira

(Membro)



Engº. Agrônomo Fernando Nobre Cunha

(Membro)

Observação:

() O(a) acadêmico(a) não compareceu à defesa do TC.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, por me conceder a oportunidade de concluir esta fase.

À minha família, em especial aos meus pais Glenda e Fábio pelo apoio, paciência e compreensão que sempre apresentaram a mim durante o período do curso. Aos meus avós Mauro e Terezinha por sempre colocar minhas necessidades à frente da deles e buscar fazer o melhor para mim, e aos meus irmãos Lucas e Samirah. A minha prima Laura por ter sido uma das minhas maiores ouvintes e companhia durante esse tempo.

Ao meu namorado Murilo, por estar presente do início ao fim dessa etapa da minha vida e por ser o meu maior exemplo disciplina, determinação e coragem que eu tenho.

A todos os meus colegas de sala que estiveram presentes ao longo desses anos, em especial, aos meus amigos, Isabella Pelosi, Larissa Saeki, Lívia Jacielly, Naimy Alves e Norton Macedo por transformarem os dias na faculdade nos melhores que já vivi, compartilhando momentos e me incentivando sempre a buscar dar o melhor de mim.

À equipe do Centro Acadêmico de Engenharia Ambiental, em especial mais uma vez à Isabella e a Larissa, por todos os eventos e aprendizados que tivemos a honra de desenvolver juntas.

Ao time da Sustentar Júnior, por abraçarem comigo uma oportunidade única de sair da rotina comum da faculdade e transformar minha vida em todos os sentidos. Um obrigado especial à Amanda, por ter se tornado uma das maiores companheiras que já encontrei graças a esse projeto e por sempre estar disposta a realizar o impossível comigo.

A Stone Co, por me ajudar a encontrar o meu caminho e por acreditar em mim de uma forma surpreendente, pelo acolhimento e apoio. Agradecimento em especial ao Caio Azevedo, pela compreensão e paciência nos últimos dias de conclusão deste trabalho, por estar sempre presente para me ajudar a seguir o caminho certo e me desenvolver, à Ana Oshira pela parceria enorme que estamos construindo e ao Marco por sempre encontrar uma forma de fazer com que eu me desafie cada vez mais.

A banca examinadora pela disponibilidade e pela contribuição com suas opiniões.

A todos do laboratório de Agricultura Irrigada no Cerrado – AGRICE.

Gostaria de agradecer em especial, ao meu orientador Wilker Moraes, por sua paciência, atenção, compreensão e auxílio durante todo o desenvolvimento do trabalho. Desejo que continue trilhando o caminho do sucesso e que eu possa de alguma forma, retribuir tudo o que recebi.

RESUMO

BARROS, Glaucia Giovanna Fernandes Barros. **Desempenho da cultura do sorgo granífero irrigado e adubado com resíduos orgânicos**. 2019. 22p Monografia (Curso Bacharelado em Engenharia Ambiental). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *campus* Rio Verde, Rio Verde, GO, 2019.

Na região do cerrado, o cultivo do sorgo assume liderança em substituição ao milho, principalmente em plantios de sucessão às culturas de verão, trazendo grandes vantagens econômicas ao produtor na formação de palhada, grãos e forragem. Este trabalho objetivou avaliar o crescimento e produtividade do sorgo granífero adubado com dejetos de suíno, lodo de esgoto, esterco bovino e cama de frango. O experimento foi realizado em ambiente controlado no Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, no sudoeste de Goiás. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x4, com quatro repetições. Foram duas proporções de matéria orgânica (20 e 40% em relação ao volume do vaso) e quatro tipos de matérias orgânicas (dejetos de suíno, lodo de esgoto, esterco bovino e cama de frango). Realizaram-se análises biométricas de altura de planta, número de folhas, diâmetro de colmo, comprimento, diâmetro de panícula e produtividade. A dose de adubação orgânica (cama de frango) de 20%, proporciona melhor desenvolvimento no diâmetro da panícula, comprimento da panícula, peso da panícula, peso de grãos e massa seca de panícula do sorgo granífero, contribuindo para uma melhor produção. Tratamentos com esterco bovino e cama de frango obtiveram os melhores resultados.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*, cama de frango, lodo de esgoto.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	6
2.1 Sorgo	6
2.2 Esterco Bovino	7
2.3 Dejeito Suíno	8
2.4 Cama de Frango.....	8
2.5 Lodo de Esgoto.....	9
3 MATERIAL E MÉTODOS	10
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
4.1 Variáveis de Produção.....	11
5 CONCLUSÕES	19
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o sorgo granífero tem ganhado destaque como cultura de segunda safra, sendo indicada como alternativa viável na substituição do milho na sucessão da soja para a produção de grãos, formação de palhada ou para forragem (TARDIN; RODRIGUES, 2008). Devido à sua tolerância ao estresse hídrico, o sorgo tem proporcionado aos produtores interesse para cultivo no plantio da safrinha, época marcada por instabilidades de chuvas, porém de grande potencial para a ampliação do uso de áreas agricultáveis (ALMEIDA FILHO et al., 2010; PALE et al., 2003). Apesar de ser uma cultura de grande destaque para a produção de grãos na região dos Cerrados, poucos são os estudos referentes ao déficit hídrico e ao uso de resíduos orgânicos para essa espécie (ABIT et al., 2009).

O sorgo granífero (*Sorghum bicolor*) tem grande destaque por ter atraído um grande número de agricultores empresariais que buscam boa rentabilidade no sistema produtivo (ALMEIDA FILHO et al., 2010). Na região do cerrado, o cultivo do sorgo assume liderança em substituição ao milho, principalmente em plantios de sucessão às culturas de verão, trazendo grandes vantagens econômicas ao produtor na formação de palhada, grãos e forragem (FONSECA et al., 2008). Nessas regiões, na época em que ocorre o desenvolvimento da segunda safra, o volume e a frequência de chuvas costumam ser oscilantes e insuficientes. Segundo Magalhães et al. (2000), o sorgo é eficiente na conversão de água em matéria seca, sendo dotado de importantes mecanismos bioquímicos e morfológicos que lhe conferem tolerância à seca, superando culturas como o milho e o trigo.

Nos últimos anos a cultura do sorgo em nosso país, apresentou expressiva expansão, chegando a ser colhida na safra 2014/2015 uma área de 751 mil hectares com uma produção de grãos de 2,1 milhões toneladas (CONAB, 2015). Do ponto de vista agrônomo, este crescimento é explicado, principalmente, pelo alto potencial de produção de grãos e matéria seca da cultura, além de sua extraordinária capacidade de suportar estresses ambientais. Deste modo, a cultura do sorgo tem sido uma excelente opção para produção de grãos e forragem em todas as situações em que a deficiência hídrica e as condições de baixa fertilidade dos solos oferecem maiores riscos para outras culturas, notadamente o milho.

A análise de crescimento é uma importante ferramenta que produz conhecimentos de valor prático e informações exatas referentes ao crescimento e comportamento das plantas, expressa às condições morfofisiológicas das plantas e quantifica a produção líquida, derivada do processo fotossintético, sendo o resultado do desempenho do sistema assimilatório durante

certo período de tempo (BENINCASA, 2003), e possibilita a identificação da capacidade produtiva de diferentes variedades e a investigação dos efeitos do manejo da cultura (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2009).

A busca por aumento de produtividade de sorgo torna-se fundamental, e neste âmbito as formas de adubação são de grande importância.

O esterco bovino há vários anos vem sendo aproveitado como condicionador dos meios físicos. Outro resíduo utilizado é a cama de aviário, também conhecida como cama de frango. Tanto esterco bovino como cama de aviário são resíduos de baixa umidade e por isso são conhecidos como resíduos sólidos. Os dejetos podem apresentar grandes variações na concentração de seus componentes, dependendo da diluição do manuseio e do armazenamento. Outro resíduo com bastante umidade é o lodo de efluente ou de esgoto. No Brasil, o lodo geralmente tem como destino os aterros sanitários, o seu aproveitamento em outras atividades ainda não é muito comum. Uma das alternativas pelas características brasileiras é o uso agrícola.

A região do sudoeste de Goiás é caracterizada por grande atividade agrícola, pecuária e agroindústrias. Tais atividades geram grandes quantidades de resíduos. Os resíduos se não destinados adequadamente, podem causar contaminações no meio ambiente e como consequência prejudicar a qualidade de vida da sociedade. Para todos resíduos orgânicos, deve-se considerar a disponibilidade de área, tipo de solo, distância de mananciais e dose de aplicação. Todo resíduo deve passar por um tratamento prévio de compostagem para atingir a maturação antes de ser incorporado ao solo para não haver danos as culturas por fitotoxicidade.

Diante do exposto, este trabalho visa avaliar o crescimento e produtividade do sorgo granífero adubado com dejetos de suíno, lodo de esgoto, esterco bovino e cama de frango.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sorgo

O sorgo é uma planta C4, de dias curtos e com altas taxas fotossintéticas. As etapas de crescimento da cultura do sorgo são três: a primeira fase de crescimento, estágio de crescimento 1 (EC1), vai do plantio até a iniciação da panícula. A fase seguinte (EC2) compreende a iniciação da panícula até o florescimento e; a terceira fase de crescimento (EC3) vai da floração à maturação fisiológica (MAGALHÃES et al, 2000).

A planta do sorgo se adapta a uma gama de ambientes de plantio, até mesmo sob condições de deficiência hídrica, pois possui características fisiológicas que permitem paralisar seu crescimento ou diminuir suas atividades metabólicas durante o estresse hídrico e reiniciá-lo quando a água se torna disponível. Essa característica permite que a cultura seja apta para se desenvolver e se expandir em regiões de cultivo com distribuição irregular de chuvas e em sucessão a culturas de verão.

O estresse hídrico tem influência em todas as fases na cultura do sorgo, desde a germinação, quando é possível discriminar sementes com melhor qualidade fisiológica (OLIVEIRA et al, 2009), até nas fases finais do enchimento de grãos. Todavia, a fase onde o estresse hídrico proporciona maior perda de produtividade de grãos é na fase reprodutiva (LIMA et al., 2011).

Para Magalhães et al. (2012) o déficit hídrico em sorgo quando acontece no estágio EC1, provoca menos danos à planta do que em EC2. No estágio EC2, a escassez de água vai resultar na redução das taxas de crescimento da panícula e das folhas e no número de sementes por panícula. Quando a falta de água acontece no EC3, o resultado é a senescência rápida das folhas inferiores, com consequente redução no rendimento de grãos. A irrigação, a fertilidade dos solos, a nutrição e adubação são componentes essenciais para a construção de um sistema de produção eficiente. A disponibilidade de nutrientes deve estar sincronizada com o requerimento da cultura, em quantidade, forma e tempo (COELHO, 2007).

Atualmente, há um crescente uso de matéria orgânica como condicionador de solos, principalmente na agricultura familiar. A matéria orgânica é a parte do solo que já foi ou ainda é viva. Os principais constituintes orgânicos no solo são resíduos de vegetais e/ou animais. Dentre os adubos orgânicos, os mais utilizados na reposição de matéria orgânica no solo são esterco bovino, cama de frango, dejetos de suíno e mais recentemente o lodo de efluente. Apesar de ser uma cultura de grande destaque para a produção de grãos na região dos Cerrados, poucos são os estudos referentes ao déficit hídrico e ao uso de resíduos orgânicos para essa espécie (ABIT et al., 2009).

2.2 Esterco Bovino

De acordo com Souza (2013), o esterco bovino é a fonte de matéria orgânica mais lembrada dentre os adubos orgânicos, e possui fósforo, nitrogênio e potássio disponíveis para fornecer. É um substrato interessante para a geração de compostos orgânicos, pois possui

carboidratos, proteínas, gorduras e microrganismos necessários nesse processo (JUNQUEIRA, 2011).

O processo anaeróbio ocorre com uma velocidade maior por conta do maior número de microrganismos atuantes na biodigestão, por se tratar de um animal ruminante. A composição do esterco bovino se dá por uma mistura de fezes, urina e camas, podendo abranger também folhas, serragens, solo ou palha, e sofre influência da espécie animal, idade, raça e alimentação.

Quando utilizado para fertilizar o solo, auxilia na disponibilidade dos nutrientes, agindo a favor da produtividade e por conta disso, é bastante empregado na agricultura familiar. (MELO et al., 2011; SILVA et al., 2007).

Devido à grande geração de animais e conseqüentemente de resíduos, a pecuária bovina é a que mais tem participação na degradação do meio ambiente, com destaque para a emissão de gás metano (CH₄) por conta da fermentação entérica e para o óxido nitroso (NO) liberado pelas fezes e urina em uso de fertilizante nitrogenado. Esses impactos podem ser minimizados através de manejo de pastagens, qualidade do alimento disponibilizado para os animais e o manejo dos dejetos dos animais confinados (SANTOS, 2012), podendo a adubação orgânica ser adotada como uma alternativa.

Os fertilizantes orgânicos, proporcionam aumento significativo na produtividade de algumas culturas como culturas como inhame (*Dioscorea cayennensis* Ham.) (SILVA et al., 2012) e batata-doce (*Ipomoea batatas*) (LEONARDO et al., 2014).

2.3 Dejeto Suíno

A produção de suínos é uma atividade crescente no país, e traz o aumento da produção de dejetos, podendo este ser maior do que a capacidade de adsorção do solo dos locais de criação, o que acarreta grandes danos ambientais, especialmente quanto a parte de recursos hídricos. Diante desse cenário, cada vez mais busca-se alternativas de utilização sustentável para o resíduo, com destaque para a aplicação em solo como adubo orgânico (SEIDEL, 2010).

O dejeto suíno, quando aplicado no solo, traz melhorias para as propriedades físicas, químicas e biológicas, uma vez que tem uma alta carga de nutrientes, especialmente fósforo (P) e nitrogênio (N) (SCHERER et al., 2007).

2.4 Cama de Frango

A cama de frango pode ser definida como uma mistura de substrato contendo fezes, penas e restos de ração de aves, e é formada após diversos ciclos de produção de aves, podendo vir a ser reutilizada cerca de 4 a 6 vezes. Pode ser incorporado cal à mistura, para reduzir a carga microbiana (HAHN 2004). É ideal para utilização em pequenas propriedades rurais para fins de adubação, uma vez que é rica em nutrientes e se encontram disponíveis nas propriedades a um baixo custo (COSTA, et al, 2009).

Dentre os substratos mais utilizados para forrar o piso, destacam-se os restos de culturas agrícolas (sabugo de milho triturado, casca de arroz, fenos de gramíneas, casca de amendoim) e os subprodutos industriais (HAHN, 2004).

No Brasil, ainda não é muito adotada a cultura de utilizar a cama de frango para reciclagem, logo, a aplicação em solo como fonte de nutrientes é uma alternativa eficaz na minimização dos impactos ambientais causados pela má disposição do resíduo (MEDEIROS et al., 2008).

A dose a ser aplicada leva em consideração as propriedades físicas e químicas do solo, de acordo com as necessidades de cada cultura. No entanto, solos que possuem uma quantidade de nutrientes elevada e com boas qualidades físicas, não apresentam uma melhora significativa com a aplicação da cama de frango (COSTA, et al 2009).

2.5 Lodo de Esgoto

O Lodo de Esgoto pode trazer influência positiva quando aplicado em solos e produção de culturas, como o aumento da proporção de nutrientes, melhorias na estrutura e porosidade (ANGIN e YAGANOGLU, 2011) e eleva o nível de troca de cátions (ANGIN e YAGANOGLU, 2011), e também atua na melhoria da função enzimática (SIEBIELEC et al., 2018).

Segundo Mingorance et al., (2014) o lodo de esgoto é uma das opções de fertilização mais ecológicas e com alta viabilidade econômica, e um estudo proposto por Pascual et al., (2007) aponta que a utilização do lodo de esgoto apresenta alta efetividade em relação à fertilizantes químicos.

Em 1986, a Comissão Europeia desenvolveu a Diretiva de Lodo, que enquadra o uso do biossólido para fins agrícolas, determinando quais as concentrações de metais pesados e outros resíduos são consideradas poluição para a saúde humana e do ambiente. Parte dos Estados-Membros (Áustria, República Tcheca, Países Baixos) adotam limites mais rigorosos do que

diretiva, enquanto outros (Dinamarca, Finlândia e Polônia) julgam que o controle do resíduo se faz desnecessário (KOMINKO et al., 2019).

O estudo dirigido por KOMINKO et al., (2019) mostrou que o lodo de esgoto enquadrado nos padrões de qualidade para aplicação na agricultura é eficiente no estímulo da atividade microbiana do solo e eleva o número de microrganismos, ainda que aplicado em solos que exigem uma alta recuperação.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento desenvolveu-se em casa de vegetação climatizada no Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, no sudoeste de Goiás, localizada a 17°47'53'' de latitude Norte e 51°55'53'' de latitude Sul, a 743 m de altitude, o solo utilizado foi o Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2013).

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x4, com quatro repetições. Foram duas proporções de matéria orgânica (20 e 40% em relação ao volume do vaso) e quatro tipos de matérias orgânicas (dejeito de suíno, lodo de esgoto, esterco bovino e cama de frango). Foi coletado e realizado análises químicas do solo de cada tratamento ao qual o sorgo foi cultivado.

Os vasos utilizados possuíram capacidade para 50 L. Para proporções de 20%, os vasos foram preenchidos com 80% de solo e 20% da matéria orgânica. Já para a proporção de 40%, os vasos foram preenchidos com 60% de solo e 40% de matéria orgânica. Foram semeadas dez sementes da cultivar de sorgo granífero Buster por vaso, e aos 12 dias após a semeadura (DAS) foram desbastadas deixando somente 5 plantas em cada vaso.

Aos 20, 40, 60 e 80 DAS foram realizadas análises biométricas de altura de planta (AP) e diâmetro de colmo (DC). A AP foi mensurada desde a superfície do solo até a base do sorgo, com o auxílio de uma trena métrica.

O DC foi mensurado próximo a superfície do solo, com auxílio de paquímetro digital eletrônico do tipo “bico fino” (Ponta Aguda) com precisão de 0,01 mm. Foi realizado o desbaste de uma planta por vaso a cada biometria para obtenção de matéria seca (MS), sendo que estas foram colocadas em estufa a uma temperatura de 65°C por aproximadamente 72 horas.

Para produção foram realizadas as avaliações de diâmetro de panícula (DP), peso da panícula (PP), comprimento da panícula (CP), peso de grãos (PG) e matéria seca da panícula (MSP).

Os dados para cada variável foram submetidos à análise de variância pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). Posteriormente, quando significados pelo teste F, foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Variáveis de Produção

A tabela 1 mostra que o tratamento cama de frango (CF) 20% apresentou melhor desenvolvimento na produção do sorgo, para as variáveis diâmetro da panícula (DP), comprimento da panícula (CP), peso da panícula (PP), peso dos grãos (PG) e peso de massa seca de panícula (MSP). Analisando em relação ao diâmetro da panícula (DP), comprimento da panícula (CP) e peso da panícula (PP), o tratamento cama de frango (CF) 20% não diferiu do lodo de esgoto (LE) 20%, do esterco bovino (EB) 20% e da cama de frango (CF) 40%. Entretanto, diferiu dos demais tratamentos, com destaque para o sem adubação química (SA) que apresentou menor resultado.

Tabela 1. Diâmetro da panícula, comprimento da panícula, peso da panícula, peso de grãos e massa seca de panícula do sorgo granífero com cama de frango (CF), dejetos de suíno (DS), esterco bovino (EB), lodo de esgoto (LE), na doses de 20 e 40% de matéria orgânica com (AQ) e sem adubação química (SA)

MO	DP (cm)	CP (m)	PP (g)	PG (g)	MSP (g)
AQ	19,14 bcde	0,225 bcd	17,65 c	31,58 b	5,72 abc
CF 20%	23,67 a	0,258 a	21,48 a	37,36 a	6,57 a
CF 40%	20,21 abcd	0,245 ab	18,74 abc	31,85 b	5,94 abc
DS 20%	18,19 cde	0,223 bcd	17,75 c	31,36 b	5,49 bc
DS 40%	17,26 de	0,218 cde	17,21 c	31,02 b	5,58 bc
EB 20%	21,77 abc	0,241 abc	20,95 ab	35,14 ab	6,35 ab
EB 40%	19,58 bcd	0,231 bcd	18,23 bc	31,63 b	5,74 abc
LE 20%	21,99 ab	0,241 ab	18,66 abc	33,26 ab	5,90 abc
LE 40%	17,33 de	0,214 de	16,26 cd	30,85 b	5,26 cd
SA	15,87 e	0,196 e	13,53 d	24,00 c	4,40 d

¹Médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Verificando o peso de grãos (PG), observa-se que o mesmo sob tratamento de cama de frango 20%, não se difere do esterco bovino (EB) 20% e do lodo de esgoto (LE) 20%, no entanto, se difere do sem adubação química (SA), que por sua vez, se diferiu dos demais tratamentos (Tabela 1).

Com relação ao peso de massa seca de panícula (MSP) do sorgo granífero, o tratamento cama de frango (CF) 20%, não difere do esterco bovino (EB) 20% (com 6,35 g), do lodo de esgoto (LE) 20% (com 5,90 g), esterco bovino (EB) 40 % (com 5,74 g) e da adubação química (AQ) com (com 5,72 g). Entretanto, se difere dos demais tratamentos, com destaque para o sem adubação química (SA) (com 4,40 g) e lodo de esgoto (LE) 40% (com 5,26 g) (Tabela 1). Em estudos, Corrêa e Miele (2019) verificaram que o tratamento que apresentou maior produtividade das plantas foi com o uso de cama de frango, com um incremento de 4% em relação à adubação mineral. Para Raij (1991), o efeito favorável da cama de frango nas características dos solos está relacionado à agregação das partículas e à estabilização dos agregados, o que resulta em maior porosidade, aeração e retenção de água, proporcionando um melhor resultado na produção da planta.

4.2. Variáveis biométricas

A altura da planta verificada na utilização de esterco bovino (EB) 20% aos 20 e 40 dias após o plantio (DAP) obteve o maior resultado, sendo que, aos 20 DAP houve diferença significativa apenas com relação ao tratamento sem adubação química (SA), que obteve o menor resultado dentre os demais tratamentos avaliados (Tabela 2). Em contrapartida, aos 40 DAP, não houve diferença estatisticamente significativa do esterco bovino (EB) 20% em relação ao esterco bovino 40%, lodo de esgoto 20% e cama de frango 40%. Avaliando com relação ao menor resultado aos 40 DAP, o tratamento sem adubação química (SA) apesar de apresentar o menor valor, não se diferiu pelo teste de Tukey, do dejetos suíno (DS) a 20 e 40%, lodo de esgoto (LE) 40%, adubação química (AQ) e cama de frango (CF) 40%. É provável que o crescimento em altura, até a concentração de 20% de esterco, seja devido ao acúmulo de fósforo nas folhas e caule, visto que este nutriente estimula o crescimento da planta, como verificado por Taiz e Zeiger (2017).

Tabela 2. Altura de planta do sorgo granífero com matéria orgânica (MO) aos 20, 40, 60 e 80 dias após o plantio (DAP)

MO	Altura de planta (m)			
	20 DAP	40 DAP	60 DAP	80 DAP
AQ	0,166 ab	0,340 bc	0,531 bc	0,887 a
CF 20%	0,208 ab	0,367 bc	0,541 bc	0,882 a
CF 40%	0,203 ab	0,386 ab	0,513 bc	0,774 bc
DS 20%	0,173 ab	0,301 c	0,472 cd	0,939 a
DS 40%	0,200 ab	0,363 bc	0,433 d	0,719 cd
EB 20%	0,218 a	0,449 a	0,558 b	0,693 d
EB 40%	0,214 ab	0,444 a	0,656 a	0,811 b
LE 20%	0,184 ab	0,403 ab	0,565 b	0,783 bc
LE 40%	0,191 ab	0,306 c	0,500 bcd	0,680 d
AS	0,144 b	0,293 c	0,433 d	0,544 e

¹Médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Cama de frango (CF), dejetos de suíno (DS), esterco bovino (EB), lodo de esgoto (LE), nas doses de 20 e 40% de matéria orgânica com (AQ) e sem adubação química (SA).

Em análise aos 60 DAP verificou-se que, a influência do esterco bovino (EB) 40% sobre o crescimento do sorgo, apresentou maior resultado, diferindo dos demais tratamentos com destaque para o tratamento sem adubação química, que por sua vez teve o menor resultado, não se diferindo, no entanto, do dejetos suíno (DS) 40 e 20%, lodo de esgoto 40%, respectivamente (Tabela 2). Trindade et al. (2000) obtiveram aumentos no crescimento, em altura da planta, à medida que se aumentou a participação de esterco no substrato. Segundo Cunha et al. (2006), o melhor desenvolvimento, comparando-se a diferentes substratos com a mesma proporção de material orgânico, foi observado quando se utilizou esterco bovino.

Verificando a altura do sorgo granífero com dejetos suíno (DS) 20% aos 80 DAP, notou-se que o mesmo, apresentou maior resultado com valor de 0,887 m de altura, contudo, não se diferiu estatisticamente da adubação química (AQ) e cama de frango 20%. O tratamento sem adubação (SA) diferenciou-se dos demais com um valor mínimo de 0,544 m (Tabela 2).

A altura de planta em função dos dias após o plantio (DAP) para a adubação cama de frango (CF), dejetos de suíno (DS), esterco bovino (EB), lodo de esgoto (LE), nas doses de 20% se adequou a um modelo linear com R^2 de 96, 90, 97 e 99 % respectivamente (Figura 1A). Para a adubação cama de frango (CF), dejetos de suíno (DS), esterco bovino (EB), lodo de esgoto (LE), nas doses de 40% a altura de planta em função dos dias após o plantio (DAP) também se

adequou a um modelo linear com R^2 de 98, 94, 99 e 99% respectivamente (Figura 1B). Para adubação química (AQ) e sem adubação química (SA) a altura da planta do sorgo em função aos dias após o plantio (DAP) se adequou a um modelo linear com R^2 de 96 e 99 % respectivamente (Figura 1C). Os dias após o plantio elevaram a altura da planta do sorgo granífero até aos 80 DAP, onde foi atingido altura máxima em todos os tratamentos.

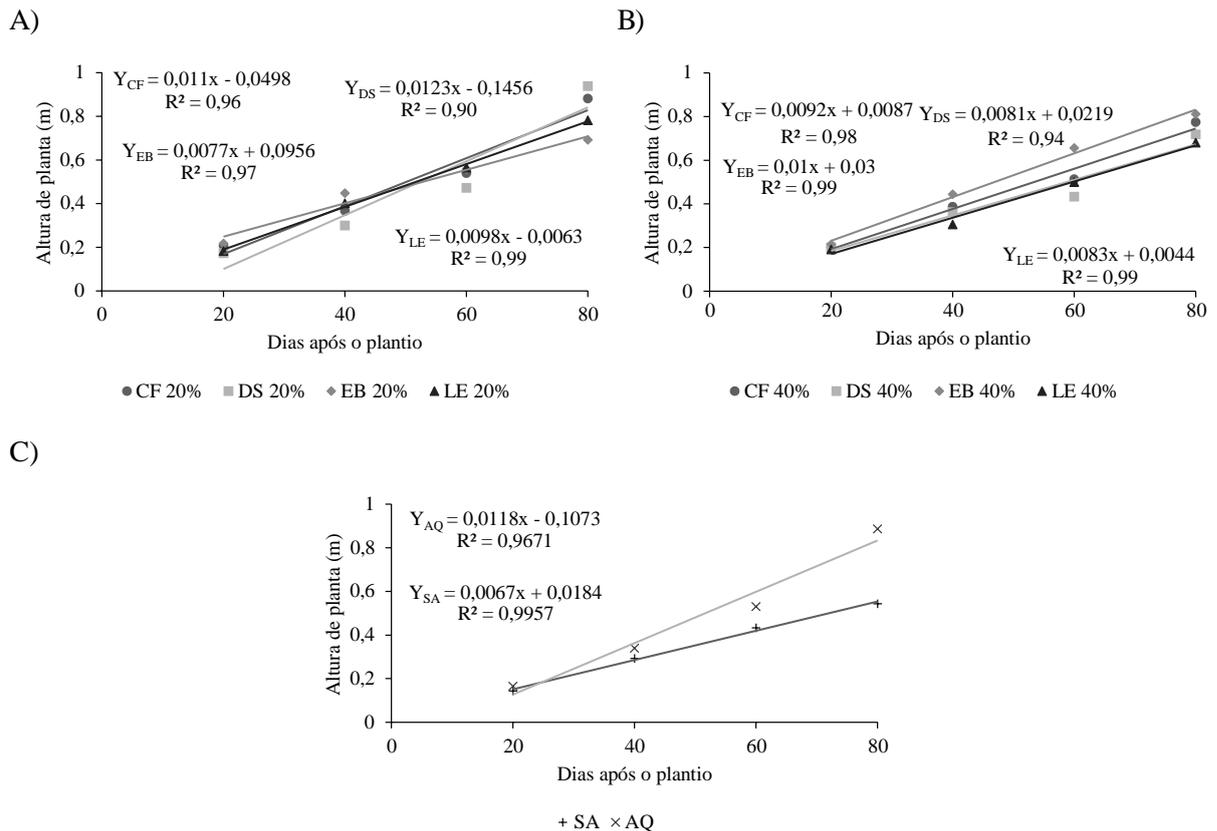


Figura 1. Altura de planta do sorgo granífero com cama de frango (CF), dejetos de suíno (DS), esterco bovino (EB), lodo de esgoto (LE), na doses de 20 (A) e 40% (B) de matéria orgânica com (AQ) e sem adubação química (SA) (C) em função dos dias após o plantio.

O diâmetro de colmo verificado na utilização de esterco bovino (EB) 40% avaliado aos 20 DAP, apresentou resultado significativo em relação ao tratamento sem adubação química, com uma diferença de 37,9%. Oliveira Júnior et al. (2009), ao estudarem o efeito das diferentes fontes de fertilizantes orgânicos, também observaram que os maiores diâmetros de colmo foram obtidos nos tratamentos que receberam a aplicação de esterco bovino (Tabela 3).

Aos 40, 60 e 80 DAP, verificou-se que o esterco bovino (EB) 20% apresentou maior resultado de diâmetro de colmo. Contudo, aos 40 DAP não diferiu significativamente do esterco bovino 40%, lodo de esgoto (LE) 20%, cama de frango nas doses de 40 e 20% e da adubação

química, se diferenciando, porém, dos demais tratamentos, em especial do sem adubação química (SA) que apresentou menor resultado. Aos 60 DAP, apresentou diferença significativa com relação aos tratamentos dejetos suíno nas doses de 20 e 40%, lodo de esgoto (LE) 40%, cama de frango 20% e ao sem adubação química (SA), não apresentando estatisticamente diferença com relação aos demais tratamentos. Aos 80 DAP, o esterco bovino 20%, não se diferenciou de dejetos suíno (DS) 20%, cama de frango (CF) 20% e esterco bovino 40%, respectivamente, se diferenciando dos outros tratamentos com destaque para o sem adubação química (SA), que apresentou menor resultado (Tabela 3).

O esterco bovino condiciona o solo, dando uma melhor estruturação e aeração que facilitam o desenvolvimento do sistema radicular além de ajudar no fornecimento de nutrientes para o solo, disponibilizando-os para as plantas (MALAVOLTA et al., 2002).

Tabela 3. Diâmetro de colmo do sorgo granífero com matéria orgânica (MO) aos 20, 40, 60 e 80 dias após o plantio (DAP)

MO	Diâmetro de colmo (mm)			
	20 DAP	40 DAP	60 DAP	80 DAP
AQ	5,02 ab	12,57 abc	14,35 ab	15,44 c
CF 20%	5,48 ab	12,71 abc	13,43 bc	17,09 ab
CF 40%	5,06 ab	13,11 ab	14,52 ab	16,58 bc
DS 20%	5,41 ab	11,57 bc	12,49 c	17,21 ab
DS 40%	5,07 ab	11,33 c	11,88 c	16,01 bc
EB 20%	5,38 ab	14,10 a	15,57 a	18,56 a
EB 40%	6,54 a	13,63 a	14,75 ab	17,03 ab
LE 20%	5,47 ab	13,43 a	14,51 ab	16,37 bc
LE 40%	5,07 ab	11,47 c	12,75 c	15,94 bc
SA	4,06 b	8,91 d	9,42 d	11,42 d

¹Médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Cama de frango (CF), dejetos de suíno (DS), esterco bovino (EB), lodo de esgoto (LE), nas doses de 20 e 40% de matéria orgânica com (AQ) e sem adubação química (SA).

O diâmetro de colmo em função dos dias após o plantio (DAP) para a adubação cama de frango (CF), dejetos de suíno (DS), esterco bovino (EB), lodo de esgoto (LE), nas doses de 20% se adequou a um modelo linear com R^2 de 89, 93, 87 e 82 % respectivamente (Figura 2A). Para a adubação cama de frango (CF), dejetos de suíno (DS), esterco bovino (EB), lodo de esgoto (LE), nas doses de 40% o diâmetro de colmo em função dos dias após o plantio (DAP) também

se adequou a um modelo linear com R^2 de 85, 91, 86 e 92% respectivamente (Figura 2B). Para adubação química (AQ) e sem adubação química (SA) o diâmetro de colmo do sorgo em função aos dias após o plantio (DAP) se adequou a um modelo linear com R^2 de 82 e 87 % respectivamente (Figura 2C). Os dias após o plantio elevaram o diâmetro de colmo do sorgo granífero até aos 80 DAP, onde foi atingido o diâmetro máximo em todos os tratamentos.

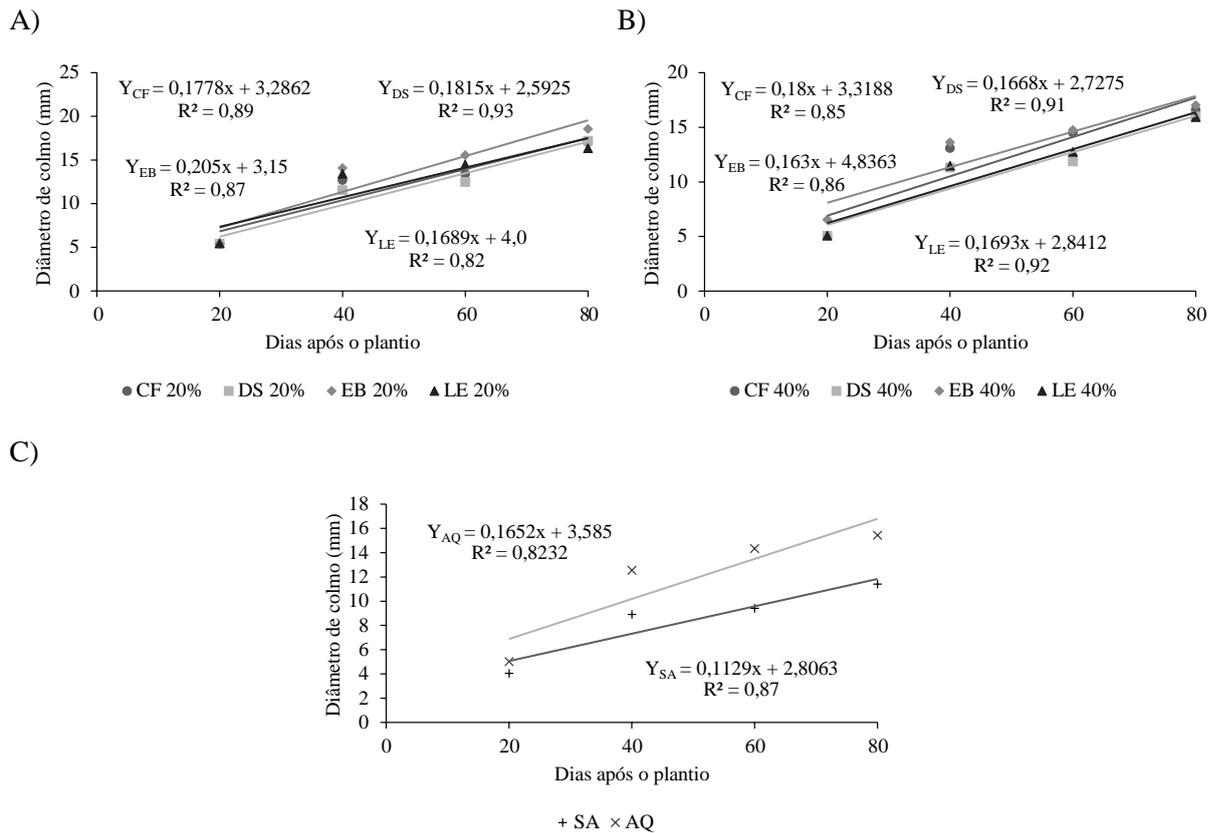


Figura 2. Diâmetro do colmo do sorgo granífero com cama de frango (CF), dejetos de suíno (DS), esterco bovino (EB), lodo de esgoto (LE), nas doses de 20 (A) e 40% (B) de matéria orgânica com (AQ) e sem adubação química (SA) (C) em função dos dias após o plantio.

De acordo com os dados de massa seca do sorgo granífero apresentados na Tabela 4, observa-se que o melhor resultado dos tratamentos analisados aos 20 DAP, foi obtido através da cama de frango (CF) em dose de 40% de matéria orgânica, constando um peso de 0,235 gramas, não se diferenciando, no entanto, da cama de frango (CF) em dose de 20%. O tratamento que obteve menor resultado foi o sem adubação química (SA), onde o qual, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade não teve diferença significativa em relação ao lodo de esgoto (LE) em dose de 40%. Conforme salientam Marigulele e Silva (2002), a maior eficiência da adubação orgânica de aves pode estar relacionada às propriedades biológicas nutricionais, ou seja, é mais

rico em nutrientes do que o de outros animais, pois os alimentos normalmente fornecidos às aves são em geral portadores de alta concentração de nutrientes, o que se reflete nas características do esterco produzido.

Já aos 40 DAP, o tratamento de melhor resultado foi esterco bovino (EB) 20%, no entanto, o mesmo, não obteve uma diferença relativa em relação ao esterco bovino (EB) 40%, cama de frango (CF) 40%, lodo de esgoto (LE) 20% e adubação química (AQ), respectivamente (Tabela 4).

A massa seca verificada na utilização de lodo de esgoto (LE) 20%, apresentou melhor resultado no período de 60 DAP, porém, não houve diferenciação do mesmo, entre esterco bovino (EB) nas doses de 20 e 40%, adubação química (AQ) e cama de frango (CF) 20%.

O tratamento cama de frango (CF) 20% verificado aos 80 DAP, foi 64,9% maior que o tratamento sem adubação química (SA) (Tabela 4). Segundo Alves et al. (1999) a eficiência da adubação orgânica de frango está associada ao conteúdo em nutrientes minerais, principalmente nitrogênio, fósforo e micronutrientes e pelo seu elevado teor em matéria orgânica, melhorando sua resistência à erosão e à seca, ativando a vida microbológica do solo e possivelmente aumentando a produção de matéria seca.

Tabela 4. Massa seca do sorgo granífero com matéria orgânica (MO) aos 20, 40, 60 e 80 dias após o plantio (DAP)

MO	Massa seca ¹ (g)			
	20 DAP	40 DAP	60 DAP	80 DAP
AQ	0,170 b	0,075 abcd	0,150 ab	0,558 d
CF 20%	0,203 ab	0,095 cd	0,148 ab	0,828 a
CF 40%	0,235 a	0,115 ab	0,133 b	0,585 d
DS 20%	0,108 c	0,083 bcd	0,140 b	0,745 b
DS 40%	0,170 b	0,070 cd	0,123 bc	0,468 ef
EB 20%	0,188 b	0,133 a	0,150 ab	0,685 c
EB 40%	0,160 b	0,128 a	0,160 ab	0,595 d
LE 20%	0,098 cd	0,100 abc	0,185 a	0,510 e
LE 40%	0,063 de	0,063 cd	0,118 bc	0,455 f
AS	0,058 e	0,055 e	0,085 c	0,290 g

¹Médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Cama de frango (CF), dejetos de suíno (DS), esterco bovino (EB), lodo de esgoto (LE), nas doses de 20 e 40% de matéria orgânica com (AQ) e sem adubação química (SA).

A massa seca do sorgo em função dos dias após o plantio (DAP) para a adubação cama de frango (CF), dejetos de suíno (DS), esterco bovino (EB), lodo de esgoto (LE), nas doses de 20% se adequou a um modelo quadrático com R^2 de 97, 96, 95 e 99 % respectivamente (Figura 3A). Para a adubação cama de frango (CF), dejetos de suíno (DS), esterco bovino, lodo de esgoto (LE), nas doses de 40%, o número de folhas do sorgo em função dos dias após o plantio (DAP) se adequou a um modelo quadrático com R^2 de 97, 99, 96 e 98 % respectivamente, sendo que os dias após o plantio elevaram o número de folhas da planta do sorgo granífero até aos 80 DAP, onde foi atingido um número máximo de folhas (Figura 3B). Para adubação química (AQ) e sem adubação química (SA) a massa seca do sorgo em função aos dias após o plantio (DAP) se adequou a um modelo quadrático com R^2 de 99 e 97 % respectivamente (Figura 3C). Os dias após o plantio elevaram o diâmetro de colmo do sorgo granífero até aos 80 DAP, onde foi atingido o diâmetro máximo em todos os tratamentos.

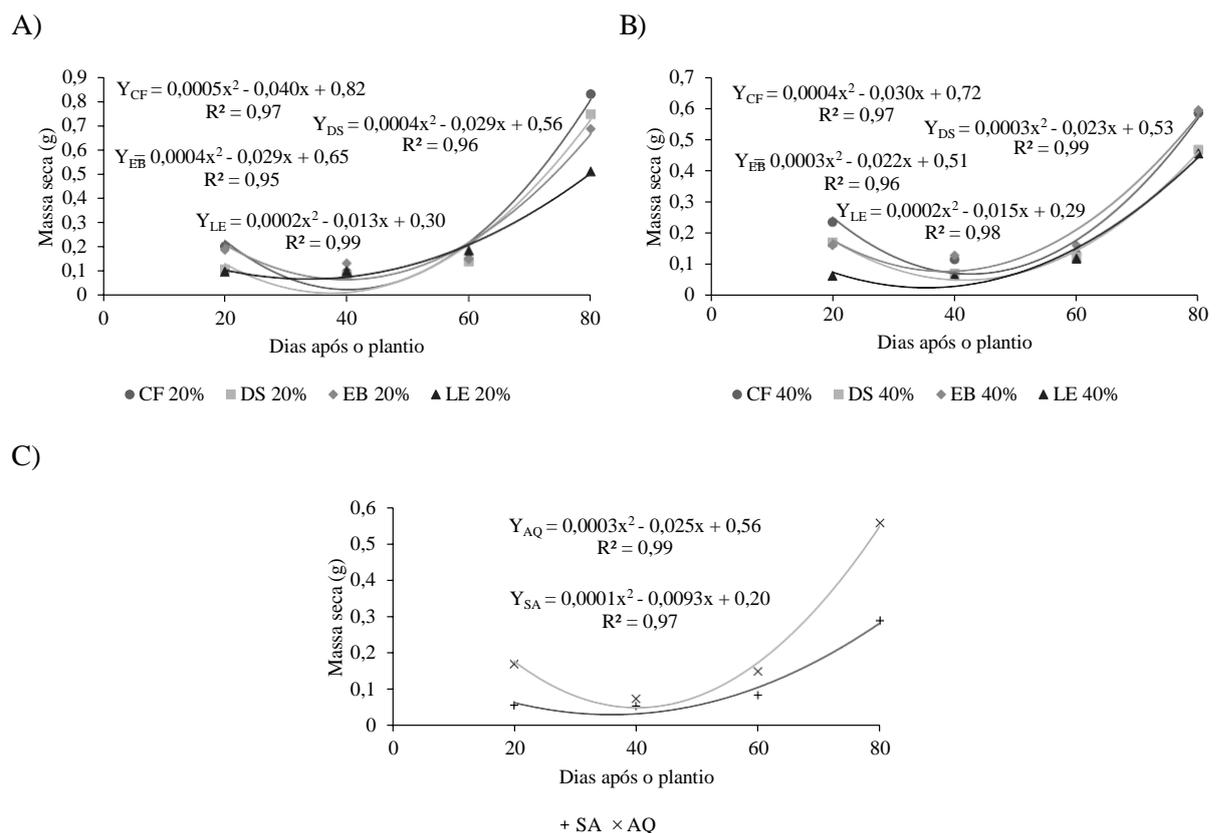


Figura 3. Massa seca do sorgo granífero com cama de frango (CF), dejetos de suíno (DS), esterco bovino (EB), lodo de esgoto (LE), na doses de 20 (A) e 40% (B) de matéria orgânica com (AQ) e sem adubação química (SA) (C) em função dos dias após o plantio.

5 CONCLUSÕES

A dose de adubação orgânica (cama de frango) de 20%, proporciona melhor desenvolvimento no diâmetro da panícula, comprimento da panícula, peso da panícula, peso de grãos e massa seca de panícula do sorgo granífero, contribuindo para uma melhor produção.

Tratamentos com esterco bovino e cama de frango obtiveram os melhores resultados.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIT, J. M.; AL-KHATIB, K.; REGEHR, D. L.; TUINSTRA, M. R.; CLAASSEN, M. M.; GEIER, P. W.; STAHLMAN, P. W.; GORDON, B. W.; CURRIE, R. S. Differential response of grain sorghum hybrids to foliar-applied mesotrione. *Weed Technology*, **Champaign**, v. 23, n. 1, p. 28-33, 2009.

ALMEIDA FILHO, J. E. D., TARDIN, F. D., SOUZA, S. Â. D., GODINHO, V. D. P. C., & CARDOSO, M. J. (2010). Desempenho agronômico e estabilidade fenotípica de híbridos de sorgo granífero. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 9(01), 51-64.

ALVES, W.L.; MELO, W.J.; FERREIRA, M.E. Efeito do composto de lixo urbano em um solo arenoso e em plantas de sorgo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, n.1, p.729-736, 1999.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. 2ª ed. Jaboticabal, Fundação Nacional de Ensino e Pesquisa, Jaboticabal, 2003. 41p.

COELHO, A. M. **Cultivo do Sorgo**. Embrapa Milho e Sorgo Sistemas de Produção- 3ª edição, p.11, 2007.

CONAB. Companhia Nacional de abastecimento-**Acompanhamento de safra brasileira de grãos**, v.2- Safra 2014/15, n.4 quarto levantamento jan. 2015. Brasília: Brasília,p.1-90,jan.2015.Disponível: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=2>. Acesso em: 07 fev. 2018.

CORRÊA, J. C.; MIELE, M. **A cama de aves e os aspectos agronômicos, ambientais e econômicos**. Disponível em:

<<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/920818/1/acamadeaveseosaspcteos.pdf>>. Acesso em: 28/07/2019.

COSTA, A. M. da; BORGES, E. N.; SILVA, A. A.; NOLLA, A.; GUIMARÃES, E. C.

Potencial de recuperação física de um latossolo vermelho, sob pastagem degradada, influenciado pela aplicação de cama de frango. *Ciência e Agrotecnologia*. Editora da Universidade Federal de Lavras (UFLA), v. 33, n. spe, p. 1991-1998, 2009.

CUNHA, A. M.; CUNHA, G. M.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, G. M.; AMARAL, J. F,

T. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *acacia* sp. 2. ed.

Viçosa, MG.: **Sociedade de Investigações Florestais**, 2006. 30 v.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3 ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. v.35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FONSECA, I. M.; PRADO, R. M.; ALVES, A. U.; GONDIM, A. R. O. Crescimento e nutrição do sorgo (cv.BRS 304) em solução nutritiva. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, n. 2, p. 113-124, 2008.

HAHN, L. Processamento da cama de aviário e suas implicações nos agroecossistemas. Florianópolis: UFSC, 2004, 120p. Dissertação Mestrado

JUNQUEIRA, Juliana Bega. Biodigestão anaeróbia e compostagem com dejetos de bovinos confinados e aplicação do biofertilizante e do composto em área cultivada com *Panicum maximum* JACQ., cv Tanzânia. Dissertação de mestrado em Zootecnia. Universidade Estadual Paulista "Julio De Mesquita Filho". Jaboticabal, São Paulo – Brasil. 2011.

LEONARDO, F. D. A. P.; OLIVEIRA, A. P. de; PEREIRA, W. E.; SILVA, O. P. R. da; BARROS, J. R. A. Rendimento da batata-doce adubada com nitrogênio e esterco bovino. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 2, p. 18–23, 2014.

LIMA, N. R. C. B.; SANTOS, P. M.; MENDONÇA, F. C.; ARAÚJO, L. C. Critical periods of sorghum and palisadegrass in intercropped cultivation for climatic risk zoning. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, p. 1452-1457, 2011. 117

MAGALHÃES, P. C.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; VIANA, J. H. M. **Resposta fisiológica do sorgo ao estresse hídrico em casa de vegetação**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 21 p.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; SCHAFFERT, R. E. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 46 p.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C.; **Adubos e adubações**. São Paulo. SP. Nobel, 2002.

MARIGUELE, K.H.; SILVA, P.R.L. Avaliação dos rendimentos de grãos e forragem de cultivares de sorgo granífero. **Revista Caatinga**, v.15, n.1/2, p.13-18, 2002.

MELO, A. V. de; GALVÃO, J. C. C.; BRAUN, H.; SANTOS, M. M. dos; COIMBRA, R. R.; SILVA, R. R. da; REIS, W. F. dos. Extração de nutrientes e produção de biomassa de aveia-preta cultivada em solo submetido a dezoito anos de adubação orgânica e mineral. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 32, n. 2, p. 411–420, 2011.

OLIVEIRA JUNIOR, S. et al. **Adubação com diferentes esterco no cultivo de moringa (*Moringa oleifera* LAM.)**. *Revista Verde*, v.4, n.1, p.125 – 134 janeiro/março de 2009.

PALE, S.; MASON, S. C.; GALUSHA T. D. Planting time for early-season pearl millet and grain sorghum in Nebraska. **Agronomy Journal**, Madison, v. 95, n. 4, p. 1047- 1053, 2003.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres-Potafos, 1991. 343p.

SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C.; TIESSEN, H.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H.; SILVEIRA, L. M. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *crotalaria juncea*. I - produtividade vegetal e estoque de nutrientes no solo em longo prazo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31:39-49, 2007

SOUZA, R. F. da S. Crescimento e produção de variedades de arroz vermelho em neossolo flúvico submetido a doses de esterco bovino. UFPB, Areia – PB, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 6 ed. 2017.

TARDIN, F. D.; RODRIGUES, J. A. S. **Cultivares**. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). Cultivo do sorgo. 4. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 2).

TRINDADE, A.V.; FARIA, N.G.; ALMEIDA, F.P. de. Uso de esterco no desenvolvimento de mudas de mamoeiro colonizadas com fungos micorrízicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.35, n.7, p.1389-1394, 2000.