

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE MUNDO NOVO
TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

LUANA FERNANDA PEREIRA DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DA CULTURA DO MILHO
(*Zea mays* L.) E CARBONO ORGÂNICO TOTAL DO SOLO
SOB ADUBAÇÃO MINERAL, ORGANOMINERAL E
RESÍDUOS ORGÂNICOS**

Mundo Novo - MS

Setembro/2018

LUANA FERNANDA PEREIRA DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DA CULTURA DO MILHO
(*Zea mays* L.) E CARBONO ORGÂNICO TOTAL DO SOLO
SOB ADUBAÇÃO MINERAL, ORGANOMINERAL E
RESÍDUOS ORGÂNICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Jean Sérgio Rosset

Mundo Novo – MS

Setembro/2018

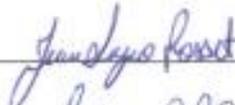
LUANA FERNANDA PEREIRA DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DA CULTURA DO MILHO
(*Zea mays* L.) E CARBONO ORGÂNICO TOTAL DO SOLO
SOB ADUBAÇÃO MINERAL, ORGANOMINERAL E
RESÍDUOS ORGÂNICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

APROVADO EM 14 de setembro de 2018

Prof. Dr. Jean Sérgio Rosset - Orientador – UEMS



Profª. Dra. Selene Cristina de Pierri Castilho – UEMS



Tec. Amb. Jefferson Matheus Barros Ozório – UEMS



Dedico este trabalho a Deus e minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por sempre iluminar meus caminhos e por fazer que meus sonhos se concretizassem.

À minha mãe Maria Lúcia Pereira da Silva e meu pai Antônio Carlos da Silva, pela educação, por sempre me darem apoio e sempre estarem presentes nos momentos de dificuldades, me ajudando para que meus sonhos fossem realizados.

Ao meu irmão Loan Henrique Pereira da Silva pelo companheirismo e pela ajuda nos momentos difíceis, de precisão e por sempre acreditar na minha capacidade.

Aos meus tios Vilma Pereira Lopes e José Carlos Lopes pelo acolhimento em sua casa, pois sem vocês não seria possível à realização desse sonho.

Aos meus amigos e amigas, em especial a Camilla Margatto e Marcelle Dara Barros, pela ajuda e por sempre estarem ao meu lado.

Agradeço aos meus colegas Luan, Elias e Andrea, por me ajudarem nas atividades de campo.

Agradeço ao meu amigo Jefferson Ozório por ter me ajudado em minhas análises e por toda sua atenção.

Agradeço de forma especial ao meu orientador, e amigo, Prof. Jean Sérgio Rosset, por toda sua atenção, companheirismo e conselhos, pois estou certa de que sem sua ajuda minha formação acadêmica e pessoal não estaria completa.

E por fim, agradeço a Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Mundo Novo – UEMS e todo seu corpo docente.

Muito obrigada a todos.

“Nunca tenha certeza de nada, porque a sabedoria começa com a dúvida.”

Freud.

RESUMO

Atualmente busca-se cada vez mais a sustentabilidade dos meios de produção de alimentos, fibras e energias. Estudos visando à substituição potencial de adubos altamente solúveis, amplamente utilizados na agricultura brasileira, por diversas fontes de resíduos orgânicos estão ganhando destaque. Porém a avaliação desta substituição em culturas comerciais deve ser feita de forma regionalizada, considerando a diversidade de solos, climas e culturas agrícolas. Este trabalho objetivou avaliar o desenvolvimento inicial da cultura do milho (*Zea mays* L.) com diferentes fontes de adubos, além de quantificar os teores de carbono orgânico total (COT) remanescente do solo. O experimento foi conduzido em vasos sob casa de vegetação, com sete tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos utilizados foram: adubo mineral, adubo organomineral, esterco bovino, cama de frango, lodo de esgoto, compost barn e um tratamento sem adubação. As avaliações periódicas foram: altura de planta, diâmetro basal do caule e número de folhas aos 15, 30, 45 e 60 dias após a semeadura (DAS), além de comprimento de raiz, volume de raiz, massa seca de parte aérea e raiz, além do cálculo de massa seca por hectare aos 60 DAS, sendo também avaliado o teor de COT após a condução do experimento. O tratamento que recebeu aplicação de adubo mineral apresentou maiores valores para altura e diâmetro do caule nos primeiros 30 DAS, porém ao final dos 60 DAS, as plantas de milho que receberam adubação organomineral apresentaram maior altura e as que receberam esterco bovino maior diâmetro de caule. O tratamento que recebeu adubo mineral apresentou produção de matéria seca total acima de 3000 kg ha⁻¹, juntamente com os que receberam aplicação de esterco bovino e cama de frango. A aplicação de lodo de esgoto e a testemunha sem adubação proporcionaram o menor desenvolvimento das plantas de milho. O solo do vaso do tratamento que recebeu aplicação de cama de frango apresentou maior teor COT, com teor de 13 g kg⁻¹. Já, o solo que não recebeu adubação e também aqueles que receberam aplicação de adubos convencionais (mineral e organomineral), não apresentou incremento no teor de COT. Dentre os resíduos aplicados, a cama de frango e esterco bovino demonstraram resultados semelhantes à adubação mineral para a maioria dos atributos morfobiométricos avaliados, e também contribuíram para o aumento do teor de COT do solo.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Aproveitamento de resíduos. Parâmetros morfobiométricos.

SUMÁRIO

1. Introdução	8
2. Objetivos	10
2.1 Objetivo geral	10
2.2 Objetivos específicos	10
3. Material e Métodos	10
4. Resultados e Discussão	17
4.1 Desenvolvimento da cultura do milho	17
4.2 Carbono Orgânico Total (COT)	21
6. Conclusões e Considerações Finais	23
Referências	23

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) pertence à família das Poaceas (antiga família das gramíneas). É uma espécie anual, com ampla adaptação a diferentes condições de ambiente. Para expressão de seu máximo potencial produtivo, a cultura requer temperaturas altas, ao redor de 24 a 30°C, radiação solar elevada e adequada disponibilidade hídrica do solo (NUNES, 2016). O milho é o cereal de maior importância no Brasil (EMYGDIO, 2008). A produção brasileira de milho deverá totalizar 88,955 milhões de toneladas na safra 2017/2018, com retração de 17,56% sobre a safra anterior (CANAL RURAL, 2018).

Os principais estados produtores de milho são Mato Grosso, com previsão de 28 milhões de toneladas para a safra 2017/2018, seguido do Paraná com 12 milhões de toneladas, Goiás com 8,3 milhões de toneladas, Minas Gerais com 7,1 milhões de toneladas e Mato Grosso do Sul com 7,0 milhões de toneladas. Comparando a área plantada, produtividade e produção entre as safras de milho 2016/2017 e 2017/2018 a estimativa é de redução de 5,1%, 10,7% e 15,2%, respectivamente. No estado de Mato Grosso do Sul, para o ano de 2018, a expectativa de produtividade é de 4.047 kg ha⁻¹ (CONAB, 2018).

A elevação do custo dos fertilizantes comerciais, e o aumento da poluição ambiental fazem do uso de resíduos orgânicos na agricultura uma opção atrativa do ponto de vista econômico e ambiental em razão da ciclagem de nutrientes e aproveitamento gradual dos mesmos. Esses fatos geram um aumento na demanda por informações com intuito de avaliar a viabilidade técnica e econômica para a disposição de alguns desses resíduos em diferentes tipos de solos e culturas agrícolas (SANTOS et al., 2011). Esse aproveitamento é uma alternativa amplamente adotada para o suprimento de nutrientes (SANTOS; MALAQUIAS, 2017), principalmente nitrogênio e fósforo, em áreas de agricultura familiar em várias regiões brasileiras (MENEZES; SALCEDO, 2007).

Em determinados países, razões culturais favorecem a aplicação de resíduos ao solo, ao invés de descartá-los nos corpos de água; em outros, como no Brasil, há falta de tradição na reciclagem de resíduos gerados, como a cama de frango, esterco bovino, torta de filtro, entre outros, com altos teores de nutrientes e carbono orgânico (MEDEIROS et al., 2008). O consequente aumento do conteúdo de carbono do solo via aplicação de adubos orgânicos pode contribuir também para a melhoria dos atributos edáficos, sejam eles químicos, físicos ou biológicos, ao longo dos anos de cultivo (MUELLER et al., 2013).

O esterco bovino e a cama de frango são resíduos orgânicos amplamente empregados na agricultura, por causa dos altos teores de carbono e nutrientes, bem como seus efeitos benéficos nos atributos físicos, no aumento do teor de matéria orgânica do solo (MOS) e no fornecimento de nutrientes às plantas (PITTA et al., 2012). O potencial de utilização desses resíduos na adubação das culturas depende da capacidade deles em disponibilizar nutrientes no momento adequado (AZEEZ; VAN AVERBEKE, 2010).

As quantidades de esterco bovino aplicadas são bastante variáveis em função do tipo de cultivo. As áreas com cultivos de subsistência, com milho (*Zea mays*), feijão comum (*Phaseolus vulgaris*), feijão caupi (*Vigna unguiculata*), fava (*Vicia faba*) e mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), podem receber aplicações anuais, ou em anos alternados, de doses que oscilam entre 4 e 12 Mg ha⁻¹ (SABOURIN et al., 2000), porém as aplicações dependem de vários atributos, como a classe textural do solo (FÁVERO, 2012).

Outro resíduo que vem ganhando destaque na utilização agrícola é o resíduo animal do sistema chamado compost barn. O compost barn foi criado por produtores de leite norte-americanos, em meados da década de 1980, mas apenas em 2001 começou ganhar adeptos em maior escala, porém no Brasil o sistema ainda está em implantação e existem poucos materiais a respeito do assunto. O compost barn consiste em uma grande área coberta de descanso para vacas leiteiras, geralmente revestida com uma cama de serragem, aparas de madeira e esterco compostado, e seu princípio básico de funcionamento é a compostagem desta cama (BRIGATTI, 2015). Porém estudos com a utilização deste composto como adubo são insipientes na literatura.

O rápido desenvolvimento das regiões metropolitanas gera quantidades cada vez maiores de todos os tipos de resíduos, dentre os quais o lodo de esgoto se destaca, sendo visto como fonte de nutrientes para as culturas em áreas agrícolas (NASCIMENTO et al., 2014). Alguns trabalhos como os de Lobo e Grassi Filho (2007) e de Vieira et al. (2005) relatam maior desenvolvimento e produção das culturas do girassol e soja com a adição deste resíduo, em relação à utilização de adubos minerais. É importante ressaltar, que agricultura orgânica é um sistema não-convencional baseado em princípios ecológicos, no qual busca utilizar de forma sustentável e racional os recursos naturais, empregando métodos tradicionais e tecnologias ecológicas para a exploração da terra (PENTEADO, 2003).

Nesse contexto, a disposição agrícola consiste em uma maneira de recuperar o solo por meio da adubação, que é um processo economicamente viável e sustentável, auxiliando no seqüestro de carbono pelo solo e sendo um meio de aliviar o aumento de CO₂ na

atmosfera, que tem como possíveis fontes a queima de combustíveis fósseis e as práticas agrícolas. Sendo assim, a disposição adequada de resíduos orgânicos pode devolver ao solo parte do carbono que lhe foi extraído (BEIGL; LEBERSORGER; SALHOFER, 2008; LANDGRAF; MESSIAS; REZENDE, 2005).

Desta forma, estudos visando o desempenho de plantas de interesse comercial como o milho, associada a diferentes formas de adubação, inclusive com aproveitamento de resíduos orgânicos, se tornam essenciais para avaliação do potencial de utilização destes resíduos na agricultura e o entendimento da melhoria dos sistemas sustentáveis de produção.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar o desenvolvimento inicial do milho (*Zea mays* L.) adubado com diferentes fontes de adubos: minerais, organominerais e resíduos orgânicos, além de quantificar os teores de carbono orgânico total remanescente do solo ao final do experimento.

2.2. Objetivos específicos

Mensurar os parâmetros morfobiométricos da cultura do milho.

Quantificar os teores de carbono orgânico total do solo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em vasos, sob casa de vegetação localizada na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade Universitária de Mundo Novo. O local do experimento se encontra entre as coordenadas 23°55'23" Sul e 54°17'13" Oeste, com altitude média de 320 metros. O clima do município é subtropical, segundo a classificação de Koppen, com período de chuvas de outubro a março. A temperatura média do mês mais frio está entre 14 e 15°C, com ocorrência de geadas. As precipitações variam de 1.400 a 1.700 mm anuais. O município apresenta a maior porcentagem de solos classificados como Argissolos de textura arenosa/média e média/argilosa, alguns apresentando elevada fertilidade natural, outros com problemas de acidez (SEMADE, 2015).

Foi avaliado o desenvolvimento inicial da cultura do milho (*Zea mays* L.) com a utilização de fontes diferenciadas de adubos, onde foi realizado o sorteio prévio para ordenar a disposição dos tratamentos em delineamento em blocos ao acaso, com sete tratamentos e cinco repetições, sendo que cada vaso foi considerado uma unidade experimental.

Os sete tratamentos foram constituídos com diferentes fontes de adubos como segue: adubo mineral (formulação 12-17-11), adubo organomineral (formulação 05-08-08 + 8% de carbono orgânico), esterco bovino, cama de frango, lodo de esgoto puro e compost barn, além de um tratamento sem adubação. Para os adubos mineral e organomineral foi aplicada quantidade equivalente a 300 kg ha⁻¹, quantidade essa, usualmente utilizada pelos agricultores da região. Já para o esterco bovino, cama de frango, lodo de esgoto e compost barn foi utilizada quantidade equivalente a 6 Mg ha⁻¹, conforme recomendado por Favero (2012).

Para caracterização dos resíduos orgânicos (compost barn, esterco bovino, cama de frango e lodo de esgoto), amostras dos mesmos foram enviadas para o Laboratório de Química de Solos da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” para análises de macro e micronutrientes. O resultado das análises químicas dos resíduos se encontra na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química dos resíduos utilizados no experimento.

Determinações	Base seca (65°C)			
	Esterco Bovino	Cama de Frango	Lodo de Esgoto	Compost Barn
MO. total (combustão)	59,23%	49,67%	67,94%	41,23%
Carbono Orgânico	31,44%	25,27%	32,91%	20,97%
Resíduo Mineral Total	39,21%	47,78%	30,35%	58,31%
Resíduo Mineral	19,52%	45,10%	16,54%	30,65%
Resíduo Mineral Insolúvel	19,69%	2,68%	13,81%	27,66%
Nitrogênio Total	2,24%	2,71%	3,80%	1,61%
Fósforo (P ₂ O ₅) Total	1,25%	7,19%	2,70%	1,43%
Potássio (K ₂ O) Total	3,59%	4,11%	0,11%	1,80%
Calcio (Ca) Total	0,95%	11,08%	2,27%	1,20%
Magnésio (Mg) Total	0,46 %	1,66%	0,28%	0,42%
Enxofre (S) Total	0,46%	0,90%	0,82%	0,27%
Cobre (Cu) Total	34 mg/kg	104 mg/kg	263 mg/kg	112mg/kg
Manganês (Mn) Total	511 mg/kg	1099 mg/kg	653 mg/kg	822 mg/kg
Zinco (Zn) Total	115 mg/kg	1058mg/kg	980 mg/kg	268 mg/kg
Ferro (Fe) Total	27543 mg/kg	4014 mg/kg	15556 mg/kg	63319mg/kg
Boro (B) Total	9 mg/kg	23 mg/kg	7 mg/kg	11 mg/kg
Sódio (Na) Total	6986 mg/kg	11896 mg/kg	863 mg/kg	2247 mg/kg

Métodos: Carbono Orgânico (CO) através da oxidação pelo dicromato seguido de titulação; Nitrogênio total digestão sulfúrica (Kjeldahl); Fósforo (P₂O₅) determinação por espectrofotômetro pelo método com a solução de vanadomolibdica; Potássio (K₂O) e Sódio (Na) fotometria de chama; Enxofre (S) gravimétrico de sulfato de bário; Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Cobre (Cu), Manganês (Mn), Zinco (Zn), Ferro (Fe) extração com HCl por espectrofotômetro de absorção atômica; Boro (B) espectrofotometria da azometina-H; (Ref.: BRASIL, 2014. Manual de Métodos Oficiais para Fertilizantes Minerais, Orgânicos e Corretivos. MAPA). Matéria Orgânica Total, Resíduo Mineral Insolúvel (RMI), Resíduo Mineral (RM) e Resíduo Mineral Total (RMT) por combustão em Mufla (Ref.: ALCARDE, José Carlos. Manual de Análise de Fertilizantes - Piracicaba: FEALQ, 2009.).

O solo utilizado no experimento consistiu da camada de 0-0,2 m de um Argissolo Vermelho Amarelo de textura arenosa (SANTOS et al., 2013) coletado no município de Mundo Novo, MS. Foi realizada análise química e granulométrica do solo coletado, para caracterização do mesmo, sendo os resultados desta análise apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Análise química e granulométrica do solo utilizado no experimento.

Amostra	Areia	Silte	Argila	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V
	-----g kg ⁻¹ -----			CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----							%
SOLO	780,16	130,36	80,48	6,45	9,29	14,96	0,03	2,6	1,3	0,00	0,7	3,93	4,63	84,9

Laboratório: NUTRISOLO, Ivinhema, MS. Granulometria: método da pipeta. Caracterização química - Cloreto de Cálcio (pH); Mehlich (P e K); KCl 1N (Ca, Mg e Al); Acetato de Cálcio pH 7,0 (H + Al); Oxidação por dicromato de potássio (MO).

No dia 01/08/2017 após obtenção do resultado da análise do solo, o mesmo foi peneirado, sendo os vasos com capacidade de 8 dm³ preenchidos. As imagens referentes ao peneiramento e o preenchimento dos vasos com o solo para o início do experimento se encontra na Figura 1. Não foi necessária a correção do solo com aplicação de calcário e/ou gesso, tendo em vista a ausência do alumínio trocável, além do elevado valor de pH e saturação por bases (Tabela 2).



Figura 1. Peneiramento do solo e preenchimento dos vasos.

Para os tratamentos que receberam os resíduos orgânicos, os mesmos foram aplicados após o preenchimento dos vasos (Figura 2). No momento da semeadura, para as fontes solúveis de adubos (mineral e organomineral), os respectivos tratamentos foram adubados.



Figura 2. Aplicação dos resíduos orgânicos e adubação mineral.

No dia 07/08/2017 foram semeadas 5 sementes de milho por vaso (Figura 3a), sendo que no dia 17/08/2017 as plântulas que germinaram e emergiram foram desbastadas de forma manual, deixando-se apenas uma plântula por vaso (Figuras 3b e 3c).



Figura 3. A: Semeadura do milho, B: Emergência das plântulas e C: Desbaste deixando-se apenas uma plântula por vaso.

Aos 15, 30, 45 e 60 dias após a semeadura (DAS) foram avaliadas as seguintes características morfobiométricas da cultura: altura de plantas, número de folhas e diâmetro basal do caule, sendo que a primeira leitura foi realizada no dia 22/08/2017 (Figura 4a), a segunda no dia 06/09/2017 (Figura 4b), a terceira no dia 21/09/2017 (Figura 4c) e a quarta leitura, seguida da colheita do experimento no dia 06/10/2017 (Figura 4d).



Figura 4. Leitura das características morfobiométricas das plantas de milho. A: Primeira leitura (15 DAS), B: Segunda leitura (30 DAS), C: Terceira leitura (45 DAS) e D: Quarta leitura (60 DAS).

Antes da retirada das plantas dos vasos, aos 60 DAS, também foi coletada uma amostra de solo composta (formada por duas amostras simples) dos 10 cm superficiais de cada vaso (Figura 5) para análise em laboratório do teor de carbono orgânico total (COT) de acordo com a metodologia adaptada de Yeomans e Bremner (1988).



Figura 5. Corte das plântulas para separação da parte aérea do sistema radicular.

Aos 60 DAS, além da verificação dos parâmetros morfobiométricos, as plantas foram colhidas, sendo cortadas rente ao solo, com a parte aérea separada do sistema radicular para posteriormente ser inseridas em sacos de papel tipo “kraft” (Figura 6), com posterior lavagem do solo do vaso para a retirada do sistema radicular (Figura 7a) para avaliações de comprimento (Figura 7b) e volume de raízes (Figura 7c).



Figura 6. Corte das plântulas para separação da parte aérea do sistema radicular.



Figura 7. A: Lavagem do sistema radicular, B: Avaliação do comprimento de raiz e C: Avaliação do volume de raiz.

Após esse procedimento de lavagem e medições do sistema radicular, as raízes também foram colocadas em sacos tipo kraft, da mesma forma que a parte aérea e levados a estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas, para avaliações de massa seca de parte aérea e raiz e a massa seca total por hectare (Figura 8).

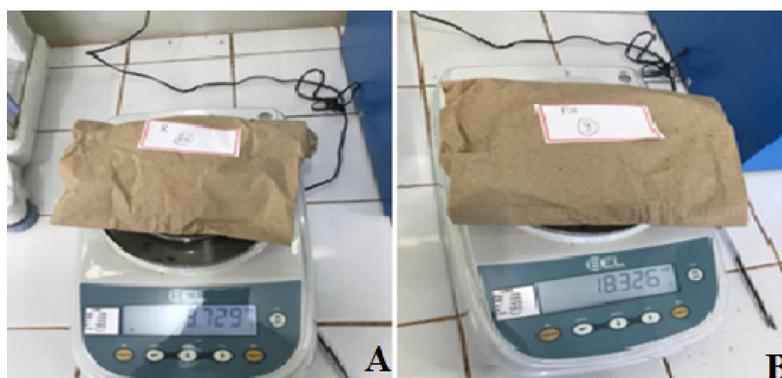


Figura 8. Pesagem de massa seca de raiz (A) e massa seca de parte aérea (B).

Após realizada a coleta, o solo foi destorrado, macerado, peneirado e armazenado em eppendorfs para análise do COT. Foram preparadas as seguintes soluções: dicromato de potássio ($0,167 \text{ mol L}^{-1}$), sulfato ferroso amoniacal ($0,20 \text{ mol L}^{-1}$) e indicador de Ferroin. A titulação de carbono foi uma análise que consistiu em transferir as amostras de solos com massa de 0,15 g que estavam nos eppendorfs, para erlenmeyers de 125 mL ou 250 mL; sendo adicionado 5 mL da solução de dicromato de potássio e em seguida 7,5 mL de ácido sulfúrico concentrado. Após esses procedimentos, foram colocados os condensadores na parte superior dos erlenmeyers, sendo então transferidos para uma chapa aquecedora já pré-aquecida a 170°C , sendo deixados na chapa por 30 minutos, sendo esse aquecimento realizado sob capela em laboratório (Figura 9).



Figura 9. Amostras de solos aquecendo a 170°C na chapa com os condensadores.

Após 30 minutos, foram retirados os erlenmeyers da chapa, aguardando-se 15 minutos para esfriarem, sendo adicionados 60 mL de água destilada, 5 gotas da solução indicadora Ferroin. Após essas etapas, as amostras foram tituladas em bureta de 50 mL com solução de sulfato ferroso amoniacal ($0,2 \text{ mol L}^{-1}$), tomando-se o cuidado para o ponto de “viragem” passando da cor verde para violeta escuro, registrando – se o volume de sulfato ferroso amoniacal gasto para posteriores cálculos do COT.

Todos os resultados das análises morfobiométricas e dos teores de carbono orgânico total foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F, e os valores médios

comparados entre si pelo teste de Tukey a 5% com auxílio do programa GENES (CRUZ, 2006).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Desenvolvimento da cultura do milho

Na primeira avaliação, aos 15 DAS, o tratamento que recebeu aplicação de adubo mineral apresentou maior altura de planta, com 10,18 cm, sendo semelhante aos tratamentos que receberam adubação organomineral e cama de frango, diferindo-se dos tratamentos sem adubação e aqueles que receberam aplicação de esterco bovino e lodo de esgoto, com valores de 8,64, 8,56 e 8,12 cm, respectivamente (Tabela 3). Nutrientes prontamente disponíveis para as plantas de milho, como no caso de adubos solúveis, minerais ou organominerais, tem o potencial de favorecer o início do desenvolvimento da cultura (MAGALHÃES; DURÃES, 2002).

Essa diferença para altura de plantas representa após 15 DAS um menor desenvolvimento dos tratamentos sem adubação, e com aplicação de esterco bovino e lodo de esgoto na ordem de 15,1, 15,9 e 21,2% em relação à adubação mineral, respectivamente. Já para as variáveis diâmetro do caule e número de folhas, pelo curto tempo desenvolvimento, não foram observadas diferenças entre os tratamentos estudados (Tabela 3). Vários fatores, como diferentes cultivares, solo, adubação, clima, práticas culturais, pragas, doenças, ano agrícola e época de plantio, são capazes de interferir nos estádios fenológicos da cultura do milho desde a germinação e emergência, até a produtividade final da cultura (OKUMURA et al., 2011).

Aos 30 DAS o tratamento que recebeu adubação mineral novamente apresentou maior altura da planta, 29,7 cm, em relação aos demais tratamentos, com exceção daquele que recebeu aplicação de adubo organomineral, 28,80 cm. Os tratamentos sem adubação e aquele que recebeu aplicação de lodo de esgoto foram os que apresentaram novamente os menores valores para altura de planta, 14,00 e 13,82 cm, respectivamente, diferindo-se estatisticamente dos demais, sendo uma diferença percentual destes dois para o que recebeu adubação mineral na ordem de 112 e 114% (Tabela 3). Da mesma forma como para altura de plantas, o tratamento que recebeu adubação mineral apresentou maior diâmetro do caule, com valor de 13,62 mm, diferindo de todos os demais tratamentos. Para esta mesma variável, novamente os menores valores foram observados no tratamento sem adubação e no que recebeu aplicação de lodo de esgoto, 5,95 e 5,37 mm.

Tabela 3. Altura de plantas, diâmetro basal do caule e número de folhas dos diferentes tratamentos em função do tipo de adubação aos 15, 30, 45 e 60 dias após a semeadura (DAS).

Trat.	Altura	Diâmetro	N. folhas	Trat.	Altura	Diâmetro	N. folhas
	cm	mm			Cm	mm	
15 DAS				30 DAS			
SA	8,64bc	3,39a	2,80a	SA	14,00e	5,95d	4,60c
AM	10,18a	3,53a	2,80a	AM	29,70 ^a	13,62a	6,80a
AO	9,58abc	3,97a	3,00a	AO	28,80ab	11,06b	5,20bc
EB	8,56bc	3,65a	2,80a	EB	25,78c	11,39b	6,20a
CF	9,88ab	3,92a	3,00a	CF	26,46bc	9,95bc	6,00ab
LE	8,12c	3,13a	2,60a	LE	13,82e	5,37d	4,60c
CB	9,52abc	3,65a	2,80a	CB	20,76d	8,68c	5,20bc
Cv (%)	8,1	11,6	12,2	Cv (%)	5,5	11,0	7,9
45 DAS				60 DAS			
SA	19,58d	7,40d	6,00a	SA	34,28d	10,57d	7,60ab
AM	39,36ab	15,03ab	7,20a	AM	49,30bc	16,04b	7,80ab
AO	43,48a	14,51b	6,80a	AO	56,60a	15,51bc	7,80ab
EB	39,22ab	17,02 a	7,20a	EB	52,84ab	18,36a	8,00a
CF	37,34b	15,12ab	7,20a	CF	47,94bc	16,87ab	8,40a
LE	23,94d	6,61d	6,20a	LE	33,34d	10,27d	7,80ab
CB	31,94c	11,45c	6,40a	CB	45,18c	14,24c	6,80b
Cv (%)	7,3	8,7	9,4	Cv (%)	6,6	5,9	6,6

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%). SA: sem adubação; AM: adubação mineral; AO: adubação organomineral; EB: esterco bovino; CF: cama de frango; LE: lodo de esgoto e CB: compost barn. Cv: coeficiente de variação.

Nesta avaliação aos 30 DAS, já foi possível observar diferenças no número de folhas entre os tratamentos estudados, pois um maior número de folhas foi observado nos tratamentos que receberam adubação mineral, esterco bovino e cama de frango, 6,80, 6,20 e 6,00, respectivamente (Tabela 3). Adubos de maior solubilidade, como os adubos minerais, amplamente utilizados na agricultura comercial, disponibilizam mais rapidamente os nutrientes para as plantas, com consequentes resultados nas características morfológicas da cultura do milho, apresentando desenvolvimento mais rápido e maiores valores iniciais para altura de planta, diâmetro do caule (LANA et al., 2013) e número de folhas (OKUMURA et al., 2011).

Para a avaliação de 45 DAS, o tratamento que recebeu adubação organomineral apresentou maior altura de planta 43,48 cm, sendo semelhante aos tratamentos que receberam de adubo mineral e esterco bovino, 39,36 e 39,22 cm, respectivamente. Da mesma forma, como após 15 e 30 DAS, aos 45 DAS o tratamento que não recebeu adubação e aquele que

recebeu aplicação de lodo de esgoto, apresentaram os menores valores para altura de planta e diâmetro do caule (Tabela 3). Os resultados deste trabalho, especificamente com a aplicação de lodo de esgoto se diferem do observado por Oliveira (2013), no qual relatou que, com o aumento das doses de lodo de esgoto foi observado uma resposta positiva e linear sobre a altura do sorgo. Já para a variável número de folhas, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos estudados (Tabela 3).

Aos 60 DAS, o tratamento que recebeu adubação organomineral se destacou com maior altura, 56,60 cm, porém sem diferença estatística com o que recebeu esterco bovino. Este último, também se destacou com maior diâmetro do caule, 18,36 mm. Da mesma forma como aos 15, 30 e 45 DAS, aos 60 DAS os tratamentos se adubação e com aplicação de lodo de esgoto apresentaram os menores valores para diâmetro do caule (Tabela 3). Resultados similares foram encontrados para a cultura do feijoeiro: com a utilização de doses crescentes de adubo organomineral, com incremento positivo e linear em altura de plantas (NAKAYAMA et al., 2013). Já para a variável número de folhas, os tratamentos que receberam esterco bovino e cama de frango foram superiores ao tratamento que recebeu lodo de esgoto (Tabela 3).

Na tabela 4 se encontram os resultados de: comprimento de raiz, volume de raiz, massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), e massa seca total por hectare (MS). Para as variáveis: comprimento de raiz, volume de raiz, MSPA, MSR e MS, de maneira geral, corroborando com os resultados da Tabela 3, o tratamento sem adubação e aquele que recebeu aplicação de lodo de esgoto apresentaram os piores resultados, com menores valores em relação aos demais tratamentos para todas as variáveis citadas (Tabela 4). Mesmo com o solo tendo uma saturação de bases elevada, 84,90% (Tabela 2), a cultura do milho não se desenvolveu de forma satisfatória quando da não aplicação de nenhum tipo de adubo ou resíduo.

Esse resultado demonstra que a substituição total da adubação convencional, seja ela mineral ou organomineral para a cultura do milho, pela utilização de resíduos orgânicos, dependendo da fonte do resíduo e da quantidade aplicada, o desenvolvimento da cultura poderá ser prejudicado de forma considerável, como ocorreu pela substituição total dos adubos comumente utilizados pelo lodo de esgoto. Esse desenvolvimento insatisfatório das plantas de milho com a aplicação do lodo de esgoto provavelmente se deve a aplicação do mesmo na forma pura, não sendo passado pelo processo de cura, mesmo tendo altos teores de nutrientes (Tabela 1). Diferente dos resultados desse estudo, Figueiredo et al. (2005),

obtiveram resposta positiva, em experimento conduzido em casa de vegetação com a cultura do algodão adubado com lodo de esgoto. Além disso, Simonete et. al (2003) encontraram resultados contrastantes ao presente trabalho, onde o efeito das doses e a origem do lodo de esgoto na produção de matéria seca das plantas de milho foi significativo, assim como o efeito da interação entre doses de lodo e produção de matéria seca com aumento das doses do resíduo.

Tabela 4. Comprimento de raiz, volume de raiz, massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), e massa seca total por hectare (MS) dos diferentes tratamentos estudados em função do tipo de adubação.

Trat.	Comp. raiz cm	Vol. raiz cm ³	MSPA -----g-----	MSR	MS kg ha ⁻¹
SA	75,74b	44,00d	3,20e	2,64d	805,84e
AM	81,80ab	100,80b	13,99a	9,69b	3518,61a
AO	86,30a	106,80ab	9,25c	10,53b	2327,46c
EB	74,40b	115,80a	13,52ab	12,27 ^a	3401,41ab
CF	79,88ab	110,10ab	12,01b	12,64 ^a	3020,12b
LE	56,62c	18,00e	2,79e	1,92d	702,72e
CB	76,26ab	79,60c	6,59d	6,53c	1658,45d
Cv (%)	6,7	5,8	9,2	9,7	9,2

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%). SA: sem adubação; AM: adubação mineral; AO: adubação organomineral; EB: esterco bovino; CF: cama de frango; LE: lodo de esgoto e CB: compost barn. Cv: coeficiente de variação.

Os tratamentos que receberam aplicação de adubo mineral e organomineral e os resíduos esterco bovino e cama de frango, de maneira geral, apresentaram melhores resultados para as variáveis comprimento e volume de raiz, e massa seca tanto de parte aérea como de raiz (Tabela 4). Os adubos orgânicos provenientes de resíduos, como o esterco bovino e a cama de frango são compostos por mais de quinze micronutrientes, mas a agricultura moderna preocupa-se com cinco ou seis desses elementos. Isso comprova que a adubação orgânica é uma importante estratégia de manejo à conservação da qualidade do solo e do ambiente. Com o incremento de carbono orgânico e nitrogênio total que esses resíduos podem condicionar, as condições de desenvolvimento das plantas são potencializadas, apresentando uma nutrição mais equilibrada em detrimentos daquelas adubadas unicamente com fertilizantes minerais (OLIVEIRA; DANTAS, 1995).

Os resíduos de esterco bovino e cama de frango demonstraram potencial para incremento no desenvolvimento da cultura do milho em função das variáveis apresentadas na

Tabela 4. Dentre esses dois resíduos, a cama de frango, de acordo com vários trabalhos na literatura (ANDREOTTI et al., 2005; CARVALHO et al., 2011; EGHBALL et al., 2004; GUIMARÃES et al., 2016; HIRZEL et al., 2007; HIRZEL; WALTER, 2008; TEWOLDE et al., 2005), demonstra grande potencial de utilização para diversas culturas de importância agrícola como milho, soja, feijão, algodão, cana-de-açúcar. Contudo, um fator a ser considerado na utilização de resíduos orgânicos na agricultura, consiste no processo de mineralização, que depende da temperatura, umidade, textura e mineralogia do solo, e da composição química do material orgânico utilizado. Para que os nutrientes presentes nos resíduos orgânicos possam ser aproveitados pelas plantas, é necessário que eles sejam mineralizados no solo, com exceção do potássio, que não faz parte da estrutura de compostos orgânicos e encontra-se prontamente disponível (GIACOMINI et al., 2003).

Destaca-se principalmente a menor MS total do tratamento que não recebeu adubação e aquele com aplicação de lodo de esgoto, representando apenas 22,9 e 20,0% da MS em comparação ao tratamento que recebeu adubo mineral. Maior rendimento em biomassa do milho com aplicação de adubo mineral também foi verificado por Castoldi et al. (2011) em solo de textura argilosa no município de Marechal Cândido Rondon, estado do Paraná.

Para MS total, um atributo extremamente importante para o produtor rural, em especial aquele que utiliza da cultura do milho para silagem, os tratamentos que ultrapassaram 3000 kg ha⁻¹, foram os que receberam adubação mineral e aplicação de esterco bovino e cama de frango, com valores de 3518, 3401 e 3020 kg ha⁻¹, respectivamente. Na literatura, estudos comprovam a eficiência da aplicação de cama de frango no desenvolvimento da cultura do milho (HIRZEL et al., 2007; WALTER et al., 2009). De acordo com Durigon et al. (2002) a cama de frango proporcionou aumento do conteúdo de matéria orgânica do solo, com benefícios a outros atributos edáficos, além de proporcionar maior crescimento e desenvolvimento das plantas de milho. Rodrigues et al. (2009) relatam que a cama de frango, quando fornecida em dose adequada, tem o potencial de proporcionar efeitos positivos sobre o rendimento das culturas devido principalmente ao complexo de nutrientes nela contidos.

4.2. Carbono orgânico total (COT)

De maneira geral, somente os tratamentos que receberam a aplicação de lodo de esgoto, esterco bovino e cama de frango apresentaram teores de COT superiores ao solo que não recebeu nenhum tipo de adubação e adubação mineral, organomineral e aplicação de

compost barn (Figura 10). Esse fato também se deve a maior concentração de carbono orgânico nestes três resíduos em relação ao compost barn (Tabela 1). Maiores teores de COT comparando a aplicação de resíduos orgânicos com adubos convencionais solúveis, também foram encontrados por Valadão et al (2011) com aplicação de cama de frango, Galvão et al. (2011) com esterco bovino e por Dias et al. (2007) com aplicação de lodo de esgoto.

Já o solo que recebeu aplicação do compost barn não apresentou teores de COT diferentes do solo não adubado e também daqueles que receberam aplicação dos adubos convencionais, mineral e organomineral, usualmente utilizados pelos produtores da região (Figura 10). Ou seja, após 60 dias de condução do experimento, somente este composto não foi eficiente para aumentar os teores de COT do solo.

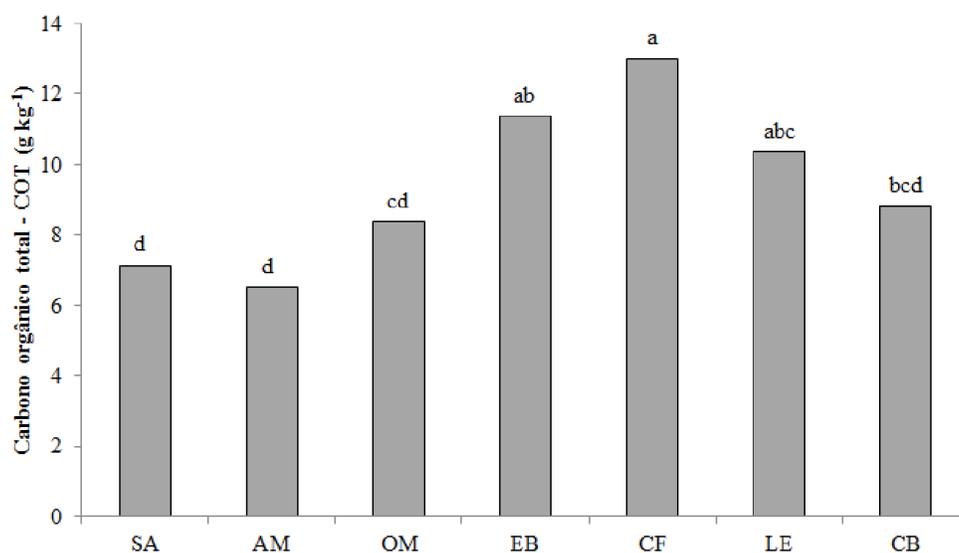


Figura 10. Teor de carbono orgânico total – (COT) (g kg⁻¹) do solo remanescente dos vasos com os diferentes tratamentos, sem adubação (SA), adubação mineral (AM), organomineral (OM), esterco bovino (EB), cama de frango (CF), lodo de esgoto (LE) e compost barn (CB).

Destaca-se o maior teor de COT, do tratamento que recebeu aplicação de cama de frango, com teor de COT de 13,00 g kg⁻¹, sendo este superior aos tratamentos que não recebeu adubação, e aqueles que receberam aplicação de adubo mineral, organomineral e compost barn, com teores de 7,14, 6,52, 8,36 e 8,84 g kg⁻¹, respectivamente (Figura 10). Estudos recentes relatam o potencial de uma grande variedade de resíduos que podem ser utilizados na agricultura como fonte de nutrientes para as plantas e também proporcionar aumento do conteúdo de carbono do solo com o passar dos anos de cultivo (PITTA et al., 2012; MUELLER et al., 2013).

5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre os adubos comumente utilizados pelos agricultores, o adubo mineral, na dose de 300 kg ha⁻¹ acarretou em melhor desenvolvimento das plantas de milho em relação aos parâmetros morfobiométricos avaliados, além disso, proporcionou produção de matéria seca total acima de 3000 kg ha⁻¹, juntamente com os tratamentos que receberam aplicação de esterco bovino e cama de frango.

Comparando somente os resíduos utilizados, o melhor desenvolvimento da cultura do milho, de maneira geral se deu com aplicação de esterco bovino e cama de frango.

O tratamento que recebeu aplicação de lodo de esgoto e aquele sem adubação apresentou os piores resultados em todas as variáveis analisadas.

A aplicação dos resíduos de cama de frango, esterco bovino e lodo de esgoto contribuíram para aumento dos teores de carbono orgânico total do solo.

A aplicação de resíduos de diferentes origens e composição química em culturas comerciais, como é o caso do milho, demonstra potencial para substituição aos fertilizantes comerciais usualmente utilizados. Porém a utilização correta e exata da quantidade a ser aplicada depende de um maior número de estudos regionais em função do tipo de solo a ser explorado pela cultura agrícola para que assim não se tenha problemas com a contaminação do solo e da água.

Além disso, é importante também realizar estudos que avaliem a dose exata a ser aplicada e, possivelmente a substituição parcial dos adubos químicos pelos resíduos. Somente com esses estudos é que se poderá observar o verdadeiro potencial de utilização total ou parcial destes resíduos em culturas comerciais.

REFERÊNCIAS

ANDREOTTI, M.; NAVA, I. A.; WIMMER NETO, L.; GUIMARÃES, V. F.; FURLANI JUNIOR, E. Fontes de nitrogênio e modos de adubação em cobertura sobre a produtividade de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na “safra das águas”. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 4, p. 595-602, 2005.

AZEEZ, J. O. E.; AVERBEKE, W. V. Nitrogen mineralization potential of three animal manures applied on a sandy clay loam soil. **Bioresource Technology**, v. 101, n. 14, p. 5645-5651, 2010.

BEIGL, P.; LEBERSORGER, S.; SALHOFER, S. P. Modelling municipal solid waste generation: A review. **Waste Management**, v. 28, n. 1, p. 200-214, 2008.

BRIGATTI, A. M. **Compost barn e a produtividade leiteira**. Disponível em: <http://iepec.com/compost-barn-e-produtividade-leiteira/>. Acesso em: 13 mar. 2017.

CAMPOS, M. C. C.; SOARES, M. D. R.; NASCIMENTO, M. F.; SILVA, D. M. P. Estoque de carbono no solo e agregados em Cambissolo sob diferentes manejos no sul do Amazonas. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 2, p. 339-349, 2016.

CANAL RURAL. **Safra de 2017/2018**. 2018. Disponível em: <https://canalrural.uol.com.br/noticias/safra-milho-brasil-deve-cair-175-73688/>. Acesso em: 19 jan. 2018.

CARVALHO, E. R.; REZENDE, P. M.; ANDRADE, M. J. B.; MARTINS, A.; PASSOS, A.; OLIVEIRA, J. A. Fertilizante mineral e resíduo orgânico sobre características agronômicas da soja e nutrientes no solo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 930-939, 2011.

CASTOLDI, G.; COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. M.; PIVETTA, L. A.; STEINER, F. Sistemas de cultivo e uso de diferentes adubos na produção de silagem e grãos de milho. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 1, p. 139-146, 2011.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 5, Safra 2017/18 - n. 10 - Décimo levantamento. Julho 2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra/gaos>. Acesso em: 30 jul. 2018.

CRUZ, C. D. **Programa genes: biometria**. Ed. Viçosa: UFV, 2006. 382 p.

DIAS, B. O.; SILVA, C. A.; SOARES, E. M. B.; BETTIOL, W. Estoque de carbono e quantificação de substâncias húmicas em Latossolo submetido a aplicação contínua de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 4, p. 701-711, 2007.

DURIGON, R.; CERETTITA, C. A.; BASSO, C. J.; BARCELLOS, L. A. R.; PAVINATO, P. S. Produção de forragem em pastagem natural com o uso de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 4, p. 983-992, 2002.

EGHBALL, B.; GINTING, D.; GILLEY, J. E. Residual effects of manure and compost applications on corn production and soil properties. **Agronomy Journal**, v. 96, n. 1, p. 442-447, 2004.

FÁVERO, F. **Uso da cama de frango associada à adubação mineral no sistema de produção de grãos da região oeste do Paraná**. 2012. 79 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2012.

FIGUEIREDO, I. C. DE M.; LIMA, V. L. A. DE; BELTRÃO, N. E. DE M.; ARAÚJO, M. G. F.; SANTOS, T. S.; AZEVEDO, C. A. V. Uso da água residuária tratada e do biossólido no algodão colorido: produção e seus componentes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, Suplemento, p. 288-291, 2005.

GALVÃO, S. R. S.; SALCEDO, I. H.; OLIVEIRA, F. F. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 99-105, 2008.

GARCÍA-ORENES F.; GUERRERO C.; ROLDÁN A.; MATAIX-SOLERA J.; CERDÀ A.; CAMPOY M.; ZORNOZA R.; BÁRCENAS G.; CARAVACA F. Soil microbial biomass and activity under different agricultural management systems in a semiarid Mediterranean agroecosystem. **Soil & Tillage Research**, v. 109, n. 2, p. 110-115, 2010.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; HÜBNER, A. P.; LUNKES, A.; GUIDINI, E.; AMARAL, E. B. Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 9, p. 1097-1104, 2003.

GOMES, J; SCAPIM, C; BRACCINI, A; FILHO, P; SAGRILO, E; MORA, F. Adubações orgânica e mineral, produtividade do milho e características físicas e químicas de um de um Argissol Vermelho-Amarelo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 3, p. 521-529, 2005.

GUIMARÃES, G.; LANA, R. P.; REI, R. S.; VELOSO, C. M.; SOUSA, M. R. M.; RODRIGUES, R. C.; CAMPOS, S. A. Produção de cana-de-açúcar adubada com cama de frango. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 4, p. 617-625, 2016.

HIRZEL, J.; WALTER, I. Availability of nitrogen, phosphorus and potassium from poultry litter and conventional fertilizers in a volcanic soil cultivated with silage corn. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 68, n. 3, p. 264-273, 2008.

HIRZEL, J.; WALTER, I.; UNDURRAGA, P.; CARTAGENA, M. Residual effects of poultry litter on silage maize (*Zea mays* L.) growth and soil properties derived from volcanic ash. **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 53, n. 4, p. 480-488, 2007.

LANA, M. C.; CZYCZA, R. V.; ROSSET, J. S.; FRANDOLOSO, J. F. Maize nitrogen fertilization in two crop rotation systems under no-till. **Revista Ceres**, v. 60, n. 6, p. 852-862, 2013.

LANDGRAF, M. D.; MESSIAS, R. A.; REZENDE, M. O. O. **A importância ambiental da vermicompostagem: vantagens e aplicações**. 1ª ed., Rima: São Carlos, 2005.

LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H. Níveis de lodo de esgoto na produtividade do girassol. **Revista Ciencia del Suelo e Nutrición Vegetal**, v. 7, n. 3, p. 16-25, 2007.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Cultivo do milho: Germinação e Emergência**. Comunicado Técnico 39. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, MG, p. 9, 2002.

MAURI, A. L.; LAVIOLA, B. G.; ARAÚJO, E. F.; MARTINEZ, H. E. P.; NEVES, Y. P. Influência da adubação na qualidade fisiológica de sementes de quatro cultivares de café (*Coffea arabica* L.). **Revista Ceres**, v. 52, n. 301, p. 335-341, 2005.

MEDEIROS, S. S.; SOARES, A. A.; FERREIRA, P. A.; NEVES, J. C. L.; SOUZA, J. A. 2008. Utilização de água residuária de origem doméstica na agricultura: estudo do estado

nutricional do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 2, p. 109-115, 2008.

MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H. Mineralização de N após incorporação de adubos orgânicos em um Neossolo Regolítico cultivado com milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 4, p. 361-367, 2007.

MUELLER, L.; SHEPHERD, G.; SCHINDLER, U.; BALL, B. C.; MUNKHOLM, L. J.; HENNINGS, V.; SMOLENTSEVA, E.; RUKHOVIC, O.; LUKIN, S.; HU, C. Evaluation of soil structure in the framework of an overall soil quality rating. **Soil and Tillage Research**, v. 127, n. 3, p. 74-84, 2013.

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.

NASCIMENTO, A. L.; SAMPAIO, R. A.; JUNIO, G. R. Z.; CARNEIRO, J. P.; FERNANDES, L. A.; RODRIGUES, M. N. Teores de metais pesados no solo e em girassol adubado com lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 3, p. 294-300, 2014.

NUNES, J. **Característica do Milho (*Zea Mays* L.)**. Agro Link. 2016. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/culturas/milho/informacoes/caracteristicas_361401.html. Acesso em: 19 jan. 2018.

OKUMURA, R. S.; MARIANO, D. C.; ZACCHEO, P. V. C. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 4, n. 2, p. 226-244, 2011.

OLIVEIRA, A. M. G.; DANTAS, J. L. L. **Composto Orgânico**. Embrapa: Cruz das Almas: CNPMF, 1995. 12 p. (Circular Técnica, n. 23).

OLIVEIRA, D. P. **Fontes de matéria orgânica para a formulação de fertilizantes organominerais peletizados no desenvolvimento da cultura do sorgo**. 2016. 47 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

PENTEADO, Silvio Roberto. **Introdução a agricultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003.

PITTA, C. S. R.; ADAMI, P. F.; PELISSARI, A.; ASSAMANN, T. S.; FRANCHIN, M. F.; CASSOL, L. C.; SARTOR, L. R. Year-round poultry litter decomposition and N, P, K and Ca release. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 3, p. 1043-1053, 2012.

RODRIGUES, P. N. F.; ROLIM, M. M.; BEZERRA NETO, E.; PEDROSA, E. M. R.; OLIVEIRA, V. S. Crescimento e composição mineral do milho em função da compactação do solo e da aplicação de composto orgânico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 1, p. 94-99, 2009.

RODRIGUES, P. N. F.; ROLIM, M. M.; BEZERRA NETO, E.; PEDROSA, E. M. R.; OLIVEIRA, V. S. Crescimento e composição mineral do milho em função da compactação do solo e da aplicação de composto orgânico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 1, p. 94-99, 2009.

SABOURIN, E.; SILVEIRA, L. M.; TONNEAU, J. P.; SIDERSKY, P. **Fertilidade e agricultura familiar no Agreste Paraibano: um estudo sobre o manejo da biomassa**. Esperança: Cirad-Terra/ASPTA, 2000. 59 p.

SANTOS, D. H.; SILVA, M. A.; TIRITAN, C. S.; FOLONI, J. S. S.; ECHER, F. R. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 5, p. 443-449, 2011.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B.. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

SANTOS, A.; MALAQUIAS, A. Adubação organomineral e NPK na cultura do milho (*Zea mays* L.). **PUBVET**, v. 11, n. 5, p. 201-512, 2017.

SEMADE - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico. **Estudo da Dimensão Territorial do Estado de Mato Grosso do Sul: Regiões de Planejamento**. Governo do Estado de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 2015. 91p.

SIMONETE, M. P.; KIEHL, J. C.; ANDRADE, C. A.; TEIXEIRA, C. F. A. Efeito do lodo de esgoto em um Argissolo e no crescimento e nutrição de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 10, p. 1187-1195, 2003.

TEWOLDE, H.; SISTANI, K. R.; ROWE, D. E. Broiler litter as a sole nutrient source for cotton: nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, and magnesium concentrations in plant parts. **Journal of Plant Nutrition**, v. 28, n. 4, p. 605-619, 2005.

VALADÃO, F. C. A.; MAAS, K. D. B.; WEBER, O. L. S.; VALADÃO JÚNIOR, D. D.; SILVA, T. J. Variação nos atributos do solo em sistemas de manejo com adição de cama de frango. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 6, p. 2073-2082, 2011.

VIEIRA, R. F.; TANAKA, R. T.; TSAI, S. M.; PÉREZ, D. V.; SILVA, C. M. M. S. Disponibilidade de nutrientes no solo, qualidade de grãos e produtividade da soja em solo adubado com lodo de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 9, p. 919-926, 2005.

YEOMANS, A.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communication Soil Science Plant Analysis**, v. 19, n. 13, p. 1467-1476, 1988.