

DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO MILHO E CARBONO ORGÂNICO TOTAL SOB DIFERENTES FONTES DE ADUBOS

Luana Fernanda Pereira da Silva¹

Jean Sérgio Rosset²

Jefferson Matheus Barros Ozório³

Selene Cristina de Pierri Castilho⁴

Leandro Marciano Marra⁵

RESUMO: Este trabalho objetivou avaliar o desenvolvimento inicial da cultura do milho adubado com diferentes fontes de adubos, e quantificar os teores de carbono orgânico total (COT) do solo. O experimento foi conduzido em vasos, com sete tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram: adubo mineral (AM), adubo organomineral (AO), esterco bovino (EB), cama de frango (CF), lodo de esgoto (LE), *compost barn* (CB) e sem adubação (SA). As avaliações foram: altura de planta, diâmetro basal do caule e número de folhas aos 15, 30, 45 e 60 dias após semeadura (DAS), além de comprimento de raiz, volume de raiz, massa seca de parte aérea e raiz, e cálculo de massa seca (MS) por hectare aos 60 DAS, sendo também quantificado o COT do solo após a condução do experimento. O tratamento com AM apresentou maiores valores para altura de planta e diâmetro do caule até os 30 DAS, porém aos 60 DAS as plantas que receberam AO e EB apresentaram maior altura e maior diâmetro de caule, respectivamente. Os tratamentos AM, EB e CF obtiveram produção de MS acima de 3000 kg ha⁻¹, já o LE e SA proporcionaram menor desenvolvimento das plantas. O solo que recebeu CF apresentou maior teor COT, de 13,00 g kg⁻¹, e o solo SA e que recebeu aplicação de AM os menores teores de COT. A CF e EB demonstraram resultados semelhantes à AM para a maioria dos atributos morfobiométricos avaliados, contribuindo também para o aumento do COT do solo.

¹ Discente do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) - Unidade Universitária de Mundo Novo (MS), Brasil.

² Doutor em Agronomia. Docente do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) - Unidade Universitária de Mundo Novo (MS), Brasil. E-mail: rosset@uems.br

³ Discente de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) - Unidade Universitária de Dourados (MS), Brasil.

⁴ Doutora em Ciências. Docente do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) - Unidade Universitária de Mundo Novo (MS), Brasil.

⁵ Doutor em Ciência do Solo. Docente do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) - Unidade Universitária de Mundo Novo (MS), Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Aproveitamento de resíduos; Parâmetros morfobiométricos; Sustentabilidade.

DEVELOPMENT OF CORN CULTURE AND TOTAL ORGANIC CARBON UNDER DIFFERENT FERTILIZATION SOURCES

ABSTRACT: The initial development of corn fertilized by different fertilization sources is evaluated and the soil's rates of total organic carbon (TOC) are quantified. Assay was performed in pots, with seven treatments and five replications. Treatments comprised mineral fertilizer (AM), organic-mineral fertilizer (AO), bovine manure (EB), chicken manure (CF), sewage sludge (LE), compost barn (CB) and no fertilizer (SA). Evaluations comprised height of plant, basal diameter of stem, number of leaves at 15, 30, 45 and 60 days after seeding (DAS), length of root, volume of root, aerial dry mass and root, and calculation of dry mass (MS) per hectare at 60 DAS. Soil's TOC was calculated after assay. Treatment with AM had higher rates for plant height and stem diameter at 30 DAS. However, at 60 DAS, plants with AO and EB had a greater height and greater stem diameter, respectively. Treatments AM, EB and CF had MS above 3000 kg ha⁻¹, whilst LE and SA showed the plants lower performance rate. Soil with CF had a higher TOC rate, 13.00 g kg⁻¹, and SA soil and soil with AM the lowest levels of TOC. CF and EB demonstrated similar results to AM for most of the morphobiometric attributes evaluated and thus contributed towards an increase in the soil's TOC.

KEY WORDS: Reuse of waste; Morphobiometric parameters; Sustainability.

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 de 1ª safra totalizou 25.689.600,0 toneladas na safra 2019/2020, com aumento de 0,2% sobre a safra anterior (CONAB, 2020).

O Estado do Mato Grosso do Sul produziu 135.000 toneladas na safra de 2019/2020, em uma área plantada de 15.000,0 ha e produtividade de 9.000 kg ha⁻¹. Em relação à safra anterior, houve diminuição na área plantada de 6,3%, e aumento da produção e produtividade de 2,9 e 9,8%, respectivamente (CONAB, 2020).

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 (KANTER, 2018). 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 (BOGUSZ; OLESZCZUK, 2018; GROBELAK *et al.*, 2017; 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, vinhaça, torta de filtro, entre outros, com altos teores de nutrientes e carbono orgânico (MEDEIROS *et al.*, 2008; ROSSET *et al.*, 2014). 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 (KIM *et al.*, 2014; 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) (RUDISILL *et al.*, 2015) e fornecimento de nutrientes às plantas (KIM *et al.*, 2014; PITTA *et al.*, 2012; SHOWLER, 2016). 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, feijão comum (*Phaseolus vulgaris*), feijão caupi (*Vigna unguiculata*), fava (*Vicia faba*) e mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) (SABOURIN *et al.*, 2000), arroz (KIM *et al.*, 2014), melancia (YANG *et al.*, 2016) 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 a 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), Urbaniak *et al.* (2017) e de Vieira *et al.* (2005) relatam maior desenvolvimento e produção das culturas do girassol, salgueiro e soja, respectivamente, com a adição deste resíduo, em relação à utilização de adubos minerais.

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 sequestro de carbono pelo solo, e sendo um meio de aliviar o aumento da emissão de gases de efeito estufa para a atmosfera, que tem como 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).

Estudos visando o desempenho de plantas de interesse comercial como o milho, associadas 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. Desta forma o objetivo deste trabalho foi 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 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, entre os meses de setembro e dezembro de 2017. O local do experimento se encontra entre as coordenadas 23°55'23" Sul e 54°17'13" Oeste, com altitude média de 320 metros (Figura 1). 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).

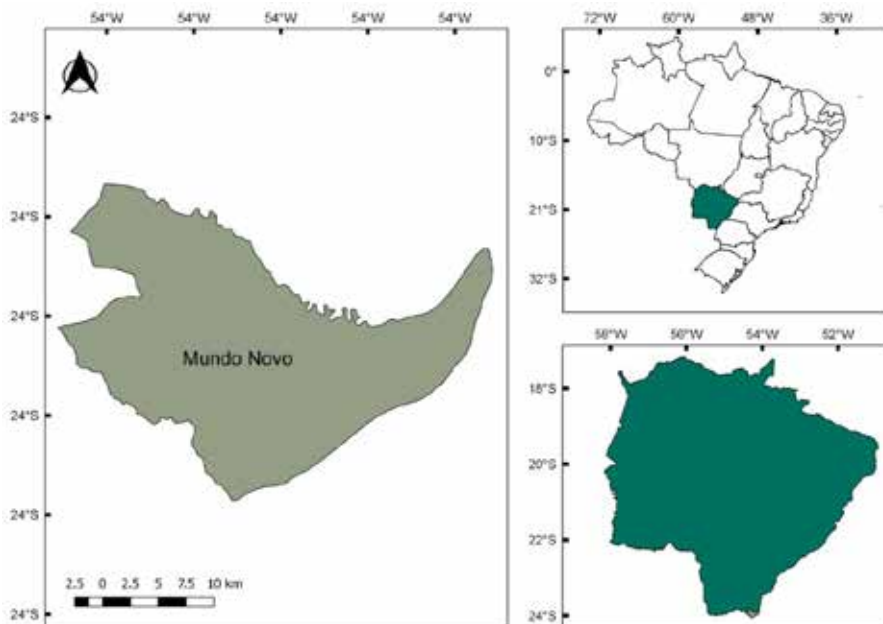


Figura 1. Localização do município de Mundo Novo (MS).

Foi avaliado o desenvolvimento inicial da cultura do milho (*Zea mays* L.) com a utilização de fontes diferenciadas de adubos, 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) (AM), adubo organomineral (formulação 05-08-08 + 8% de carbono orgânico) (AO), esterco bovino (EB), cama de frango (CF), lodo de esgoto puro (LE) e *compost barn* (CB), além de um tratamento sem adubação (SA). 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*, estes dois últimos sem passar pelo processo de estabilização química (sem compostagem) foi utilizada quantidade equivalente a 6 Mg ha⁻¹, conforme recomendado por Favero (2012).

Para caracterização dos resíduos orgânicos (esterco bovino, cama de frango, lodo de esgoto e *compost barn*), 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)			
	Estercor Bovino	Cama de Fran- go	Lodo de Es- goto	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%
Cálcio (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, 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).

Após obtenção do resultado da análise do solo, o mesmo foi peneirado, sendo os vasos com capacidade de 8 dm³ preenchidos. Não foi necessária a correção da acidez 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). Para os tratamentos que receberam os resíduos orgânicos, os mesmos foram aplicados após o preenchimento dos vasos. No momento da semeadura, para as fontes solúveis de adubos (mineral e organomineral), os respectivos tratamentos foram adubados. Posteriormente foram semeadas 5 sementes de milho por vaso, e após cinco dias de emergência, as plântulas foram desbastadas de forma manual, deixando-se apenas uma plântula por vaso.

Aos 15, 30, 45 e 60 dias após a semeadura (DAS) foram avaliadas as seguintes características morfológicas da cultura: altura de plantas, número de folhas e diâmetro basal do caule. Aos 60 DAS, além da verificação dos parâmetros morfológicos, as plantas foram colhidas, sendo cortadas rentes ao solo, com a parte aérea separada do sistema radicular para posteriormente ser inseridas em sacos de papel tipo *kraft*, com posterior lavagem do solo do vaso para a retirada do sistema radicular para avaliações de comprimento e volume de raízes. Após esse procedimento de lavagem e avaliações do sistema radicular, as raízes das plantas também foram colocadas em sacos tipo *kraft*, da mesma forma que a parte aérea, e

levadas a estufa de circulação forçada de ar a 65 °C por 72 horas para avaliações de massa seca de parte aérea, massa seca de raiz e a massa seca total por hectare.

Antes da retirada das plantas dos vasos, aos 60 DAS, também foi coletada uma amostra de solo composta (formada por duas amostras simples) da camada superficial de 0-0,1 m de cada vaso para análise em laboratório do teor de carbono orgânico total (COT), de acordo com Yeomans e Bremner (1988). Após realizada a coleta, o solo foi destorrado, macerado, peneirado e armazenado para quantificação do teor de COT.

Todos os resultados das análises morfobiométricas e dos teores de COT 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).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 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, têm 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 de 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.

Nesta avaliação aos 30 DAS, já foi possível observar diferenças no número de folhas entre os tratamentos estudados, sendo que o 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 observada 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).

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	29,70a	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 (%)	8,10	11,60	12,20	Cv (%)	5,50	11,00	7,90
Trat.	Altura	Diâmetro	N. folhas	Trat.	Altura	Diâmetro	N. folhas
	cm	mm			cm	mm	
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 (%)	7,30	8,70	9,40	Cv (%)	6,60	5,90	6,60

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.

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 de 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 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, seguido do tratamento que recebeu aplicação de *compost barn* (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, seguido do *compost barn*. Esse desenvolvimento insatisfatório das plantas de milho com estes dois resíduos provavelmente se deve a aplicação 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) e Urbaniak *et al.* (2017) obtiveram resposta positiva com aplicação de lodo de esgoto na cultura do algodão e salgueiro. 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	Vol. raiz	MSPA	MSR	MS
	cm	cm ³	g		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	12,27a	3401,41ab
CF	79,88ab	110,10ab	12,01b	12,64a	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 (%)	6,70	5,80	9,20	9,70	9,20

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 disponibilizar (SHOWLER, 2016).

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, 805,84 kg ha⁻¹, e aqueles com aplicação de lodo de esgoto 702,72 kg ha⁻¹ e *compost barn* 1658,45 kg ha⁻¹, representando apenas 22,9, 20,0 e 47,0% da MS em comparação ao tratamento que recebeu adubo mineral, respectivamente. Tal resultado pode estar relacionado com o fato dos resíduos lodo de esgoto e *compost barn* terem sido aplicados sem ter passado pelo processo de compostagem, que poderia favorecer a liberação de nutrientes prontamente disponíveis à cultura do milho (OHSOWSKI *et al.*, 2018). 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, localizado no Oeste do 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.

3.2 CARBONO ORGÂNICO TOTAL (COT)

De maneira geral, somente os tratamentos que receberam a aplicação de esterco bovino e cama de frango apresentaram teores de COT superiores ao solo que não recebeu nenhum tipo de adubação e adubação mineral e organomineral (Figura 2). Esse fato também se deve a maior concentração de carbono orgânico nestes 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 Rudisill *et al.* (2015) e Valadão *et al.* (2011) com aplicação de cama de frango, Galvão *et al.* (2011) e Yang *et al.* (2016) com esterco bovino e por Dias *et al.* (2007), Grobelak *et al.* (2017) e Urbaniak *et al.* (2017) com aplicação de lodo de esgoto.

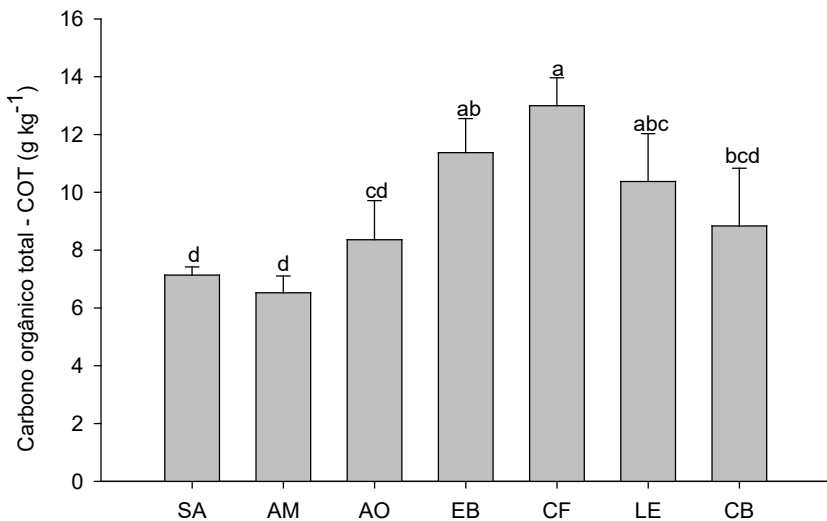


Figura 2. Teor de carbono orgânico total (COT) do solo remanescente dos vasos. Sem adubação (SA), adubação mineral (AM), organomineral (OM), esterco bovino (EB), cama de frango (CF), lodo de esgoto (LE) e *compost barn* (CB).

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 2). Ou seja, após 60 dias de condução do experimento, somente este composto não foi eficiente para aumentar os teores de COT do solo.

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 receberam 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 2). Maiores teores de COT também foram encontrados por Showler (2016) com aplicação de cama de frango em solo cultivado com a cultura da cana-de-açúcar. Vários estudos 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 (KIM *et al.*, 2014; MUELLER *et al.*, 2013; PITTA *et al.*, 2012; ROSSET *et al.*, 2014; YANG *et al.*, 2016).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O adubo mineral, na dose de 300 kg ha⁻¹, acarretou maior 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 se deu com aplicação de esterco bovino e cama de frango.

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

O resíduo *compost barn* apresentou resultados intermediários, comparado aos demais resíduos utilizados. Porém, como a utilização deste resíduo é recente em nível de Brasil, necessita-se de novos estudos a fim de obter o melhor aproveitamento do uso deste resíduo.

A aplicação dos resíduos de cama de frango e esterco bovino 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 evitando problemas com a contaminação do solo e da água.

Além disso, recomenda-se 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 será possível 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.

BOGUSZ, A.; OLESZCZUK, P. Sequential extraction of nickel and zinc in sewage sludge- or biochar/sewage sludge-amended soil. **Science of the Total Environment** v. 636, p. 927-935, 2018.

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 agrônômicas 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. **Safra Brasileira de Grãos**. Dados de 10/09/2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 28 set. 2020.

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

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.; CERETTA, 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. 79p. 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 Argissol Vermelho-Amarelo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 3, p. 521-529, 2005.

GROBELAK, A.; PLACEK, A.; GROSSER, A.; SINGH, B. R.; ALMÁS, Á. R.; NAPORA, A.; KACPRZAK, M. Effects of single sewage sludge application on soil phytoremediation. **Journal of Cleaner Production**, v. 155, p. 189-197, 2017.

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.

KANTER, D. R. Nitrogen pollution: a key building block for addressing climate change. **Climate Change**, v. 147, n. 1-2, p. 11-21, 2018.

KIM, S. Y.; PRAMANIK, P.; GUTIERREZ, J.; HWANG, H. Y.; KIM, P. J. Comparison of methane emission characteristics in air-dried and composted cattle manure amended paddy soil during rice cultivation. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 197, p. 60-67, 2014.

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**. São Carlos: Rima, 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, 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. 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 & 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.

OHSOWSKI, B. M.; DUNFIELD, K.; KLIRONOMOS, J. N.; HART, M. M. Plant response to biochar, compost, and mycorrhizal fungal amendments in post mine sand-pits. **Restoration ecology**, v. 26, n. 1, p. 63-72, 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, D. P. **Fontes de matéria orgânica para a formulação de fertilizantes organominerais peletizados no desenvolvimento da cultura do sorgo**. 2016. 47p. 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.

ROSSET, J. S.; SCHIAVO, J. A.; ATANÁZIO, R. A. R. Atributos químicos, estoque de carbono orgânico total e das frações humificadas da matéria orgânica do solo em diferentes sistemas de manejo de cana-de-açúcar. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 5, p. 2351-2366, 2014.

RUDISILL, M. A.; BORDELON, B. P.; TURCO, R. F.; HOAGLAND, L. A. Sustaining soil quality in intensively managed high tunnel vegetable production systems: A role for green manures and chicken litter. **Hortscience**, v. 50, n. 3, p. 461-468. 2015.

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. 59p.

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.

SHOWLER, A. T. Effects of compost and chicken litter on soil nutrition, and sugarcane physiochemistry, yield, and injury caused by Mexican rice borer, *Eoreuma loftini* (Dyar) (Lepidoptera: Crambidae). **Crop Protection**, v. 71, p. 1-11, 2015.

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.

URBANIAK, M.; WYRWICKA, A. B.; TOŁOCZKO, W.; SERWECIŃSKA, L.; ZIELIŃSKI, M. The effect of sewage sludge application on soil properties and willow (*Salix* sp.) cultivation. **Science of the Total Environment**, v. 586, p. 66-75, 2017.

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.

YANG, R.; MO, Y.; LIU, C.; WANG, Y.; MA, J.; ZHANG, Y.; LI, H.; ZHANG, X. The Effects of Cattle Manure and Garlic Rotation on Soil under Continuous Cropping of Watermelon (*Citrullus lanatus* L.). **PLoS ONE**, v. 11, n. 6, p. 1-15, 2016.

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.

Recebido em: 19/11/2018

Aceito em: 12/12/2019