

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE – GO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS -
AGRONOMIA

CULTIVO DE MILHETO SOB DIFERENTES FONTES E
NÍVEIS DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

Autor: Wilker Alves Morais
Orientador: Prof. Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares

RIO VERDE - GO
Julho - 2016

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE – GO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS -
AGRONOMIA

CULTIVO DE MILHETO SOB DIFERENTES FONTES E
NÍVEIS DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

Autor: Wilker Alves Moraes
Orientador: Prof. Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde - GO – Área de concentração em Produção Vegetal Sustentável no cerrado.

RIO VERDE-GO
Julho - 2016

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AGRÁRIAS-AGRONOMIA**

**DIFERENTES TIPOS DE ADUBAÇÕES ORGÂNICAS NA
CULTURA DO MILHETO**

Autor: Wilker Alves Morais
Orientador: Frederico Antonio Loureiro Soares

TITULAÇÃO: Doutor(a) em Ciências Agrárias-Agronomia - Área de
Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado

APROVADA em 22 de julho de 2016.

Prof. Dr. Pedro Rogério Giongo
Avaliador externo
UEG – Campus Santa Helena

Dr. Edson Cabral da Silva
Avaliador interno
DCR/IF Goiano – Campus Rio
Verde

Dr. José Joaquim de Carvalho
Avaliador interno
PNPD/IF Goiano – Campus Rio Verde

Dr. Cícero Teixeira Silva Costa
Avaliador interno
PNPD/IF Goiano – Campus Rio Verde

Prof. Dr. Frederico Antonio Loureiro Soares
Presidente da banca
IF Goiano – Campus Rio Verde

Aos pais Onaldo Antônio de Moraes e Romilda Alves Moraes;

A namorada Gyslainne Ferreira de Oliveira;

Ao irmão Tailton Antonio Alves de Moraes.

OFEREÇO

Aos avós Aildo Antônio de Moraes e Genezi Moraes do Couto e
Pedro Modesto de Moraes e Margarida Alves da Silva (in memoriam).

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me fez trilhar pelos caminhos corretos, abriu portas e me permitiu saúde para que mais essa etapa fosse concluída.

Agradeço aos meus pais Onaldo Antônio de Moraes e Romilda Alves Moraes, pelo apoio e ensinamentos de todos os caminhos a seguir para crescer pessoalmente e profissionalmente. Se não fosse por eles não chegaria aqui. Amo vocês!

A minha namorada Gyslainne Ferreira de Oliveira, que em todo o momento esteve do meu lado me ajudando, nunca me deixando desistir, alegrando e ensinando com seu jeito simples, humilde e bonito de ser e de viver. Amo você meu amor!

Ao meu irmão Tailton Antônio Alves de Moraes, por tudo que vivemos juntos, sempre com muita vontade de seguir em frente, por tudo que aprendo com ele, pela sua humildade e por suas outras várias qualidades. Amo você!

Aos meus avós Aildo Antônio de Moraes, Genezi Moraes do Couto, Pedro Modesto de Moraes e Margarida Alves da Silva (*IN MEMORIAM*), pelos ensinamentos de vida que aprendi com eles e por toda a ajuda que me deram.

Ao meu orientador o professor Frederico Antonio Loureiro Soares, que esteve disposto a me ajudar em todos os momentos. Que me ensinou muito, contribuindo muito em tudo que aprendi como pesquisador e como pessoa. Um exemplo de pessoa, de pai, de professor, de profissional e de orientador. Obrigado pela confiança e paciência ao longo dessa jornada professor!

Queria agradecer também ao meu amigo e coorientador Marconi Batista Teixeira, pelos ensinamentos, por ser uma pessoa humilde, por ser um conselheiro e por me ajudar sempre que preciso. Obrigado por tudo professor!

A minha amiga Melissa Selayssim Di Campos, que me passou todos os princípios da pesquisa e muitos ensinamentos de vida e de como ser uma pessoa melhor,

tanto profissionalmente quanto pessoalmente, quando me orientava no PIBIC na minha graduação e até hoje. Obrigado por tudo Melissa!

A banca examinadora, por ter aceitado o convite de contribuir para que minha dissertação se enriquecesse ainda mais.

Aos colegas e amigos do Pós-Doutorado Cícero Teixeira, Edson Cabral e José Joaquim, pela boa convivência e ensinamentos transmitidos a nós do laboratório.

Aos colegas e amigos de doutorado Vitor Vidal, Fernando Nobre e Nelmício Furtado, pelo companheirismo, aprendizagem e amizade que conquistamos ao longo dessa jornada.

Um agradecimento especial aos fiéis ajudantes e amigos do PIBIC, Claudio Santos, Fernando Cabral, Rhayane Roque e Giovani. O auxílio deles foi de suma importância para a parte prática e teórica do meu projeto e tese de doutorado. Obrigado, meninos!

Gostaria de agradecer em especial também a Vanilda, secretária do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – Agronomia, por seus conselhos, apoio e gentileza ao longo de toda minha jornada de pós-graduação, desde o início no mestrado até a conclusão do doutorado. Um agradecimento especial também a Juliana, que sempre muito gentil me ajudou ao longo do período de Doutorado.

Por final, gostaria de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro durante o período de estudos no Doutorado, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás, pelo apoio financeiro do Projeto e ao Instituto Federal de Educação e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde e o Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia pela oportunidade do Doutorado.

Muito Obrigado.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Wilker Alves Moraes, nascido em Rio Verde – GO no dia 23 de março de 1990. Concluiu o ensino fundamental na Escola Estadual Manoel Ayres e o segundo grau no Colégio Estadual do Sol, ambas em Rio Verde – GO nos anos de 2003 e 2006, respectivamente. Concluiu em 2010, a graduação em Engenharia Ambiental, pela Universidade de Rio Verde – UniRV. Na mesma Universidade concluiu a pós-graduação *Latu sensu* em Engenharia de Segurança do Trabalho, no ano de 2012. No mesmo ano, ingressou na pós-graduação *Stricto Sensu*, no Instituto Federal Goiano, campus Rio Verde, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia, com área de concentração em “Produção Vegetal Sustentável no Cerrado” e linha de pesquisa, “Tecnologias Sustentáveis em Sistemas de Produção e Uso do Solo e Água”. Em fevereiro de 2014, defendeu sua dissertação, parte indispensável para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias – Agronomia. Em fevereiro de 2014, ingressou em nível Doutorado no mesmo programa de Pós-Graduação, na mesma área de concentração e na mesma linha de pesquisa do Mestrado. Em julho de 2016, defendeu sua tese, parte indispensável para a obtenção do título de Doutor em Ciências Agrárias – Agronomia.

ÍNDICE

	Página
AGRADECIMENTOS	iii
BIOGRAFIA DO AUTOR	v
ÍNDICE.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES.....	x
RESUMO.....	xii
Abstract.....	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Referências bibliográficas.....	3
2. OBJETIVOS	6
2.1. Objetivo Geral.....	6
2.2. Objetivos específicos	6
3. CAPÍTULO I	7
3.1. Introdução	8
3.2. Material e métodos.....	9
3.3 Resultados e discussões	11
3.4. Conclusões	19
3.5. Agradecimentos	20
3.6. Referências bibliográficas.....	20
4. CAPÍTULO II	23
4.1. Introdução	24
4.2. Material e métodos.....	25
4.3. Resultados e discussões	27

4.4 Conclusões	34
4.5. Agradecimentos	35
4.6. Referências bibliográficas.....	35
5. CONCLUSÃO GERAL.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise química com os resultados de macro e micronutrientes do solo após adição dos tratamentos para o cultivo do milho	10
Tabela 2. Resumo da ANAVA para as variáveis diâmetro de colmo (DC), altura de planta (AP), número de folha (NF) e área foliar (AF) do milho avaliados em diferentes dias após a semeadura (DAS)	12
Tabela 3. Desdobramento da interação da matéria orgânica (MO) dentro de cada nível da proporção de matéria orgânica (PMO) e vice-versa para os dias após a semeadura (DAS) da análise de diâmetro de colmo (DC) do milho	14
Tabela 4. Significância das médias da altura de planta (AP) aos 40 dias após a semeadura (DAS) do milho para as matérias orgânicas (MO)	14
Tabela 5. Desdobramento da interação da matéria orgânica (MO) dentro de cada nível da proporção de matéria orgânica (PMO) e vice-versa para os dias após a semeadura (DAS) da análise de altura de planta (AP) do milho	15
Tabela 6. Desdobramento da interação da matéria orgânica (MO) dentro de cada nível da proporção de matéria orgânica (PMO) e vice-versa para os dias após a semeadura (DAS) da análise de número de folhas (NF) do milho	16
Tabela 7. Significância das médias da área foliar (AF) aos 20, 40, 60 e 80 dias após a semeadura (DAS) do milho para matéria orgânica (MO) e proporção de matéria orgânica (PMO)	17
Tabela 8. Resumo da ANAVA para avaliação de significância das fontes de variação em relação ao comprimento (CP) e diâmetro de panículas (DP) do milho ...	18
Tabela 9. Desdobramento da interação da matéria orgânica (MO) dentro de cada nível da proporção de matéria orgânica (PMO) e vice-versa para os comprimentos de panícula (CP) e diâmetro de panícula (DP) do milho	19

Tabela 1. Análise dos macros e micronutrientes do solo de cada tratamento ao qual milho foi cultivado.....	26
Tabela 2. Resumo da ANAVA para avaliação de significância das fontes de variação em relação aos macronutrientes da análise foliar do milho.....	28
Tabela 3. Desdobramento da interação da matéria orgânica (MO) dentro de cada nível da proporção de matéria orgânica (PMO) e vice-versa para os macronutrientes da análise foliar do milho	29
Tabela 4. Resumo da ANAVA para avaliação de significância das fontes de variação em relação aos micronutrientes da análise foliar do milho.....	32
Tabela 5. Desdobramento da interação da matéria orgânica (MO) dentro de cada nível da proporção de matéria orgânica (PMO) e vice-versa para os micronutrientes da análise foliar do milho	33

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Símbolo / Sigla	Significado	Unidade de Medida
*	Significativo pelo teste de Tukey a 5%	
**	Significativo pelo teste de Tukey a 1%	
%	Percentual	
AF	Área foliar	cm ²
Al	Alumínio	cmol _c kg ⁻¹
AP	Altura de planta	m
B	Boro	mg dm ⁻³
Ca	Cálcio	cmol _c kg ⁻¹
CF	Cama de frango	
Cm	Centímetros	
cm ²	Centímetro quadrado	
cmol _c kg ⁻¹	Centimol carga por quilograma	
CP	Comprimento de panícula	cm
CTC	Capacidade de troca catiônica	cmol _c kg ⁻¹
Cu	Cobre	mg dm ⁻³
CV	Coefficiente de variação	%
DAS	Dias após semeadura	
DC	Diâmetro de colmo	mm
DP	Diâmetro de panícula	mm
DS	Dejeto de suíno	
EB	Esterco bovino	
Fe	Ferro	mg dm ⁻³

G	Gramas	
K	Potássio	cmolc kg ⁻¹
K	Potássio	mg dm ⁻³
Kg	Quilograma	
LE	Lodo de esgoto	
Mg	Magnésio	cmolc kg ⁻¹
Mm	Milímetros	
Mn	Manganês	mg dm ⁻³
MO	Matéria orgânica	g dm ⁻³
N	Nitrogênio	%
Na	Sódio	mg dm ⁻³
NF	Número de folhas	
P	Fósforo	mg dm ⁻³
pH	Potencial de hidrogeniônico	
PMO	Proporções de matéria orgânica	
S	Enxofre	mg dm ⁻³
T	Toneladas	
Zn	Zinco	mg dm ⁻³

RESUMO

MORAIS, WILKER ALVES. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, julho de 2016. **Diferentes tipos de adubações orgânicas na cultura do milho**, Orientador: Prof. Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares. Coorientador: Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira.

O cultivo do milho vem aumentando no cenário agrícola principalmente em relação à alimentação animal e cobertura do solo. O experimento foi realizado em ambiente controlado no Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, no sudoeste de Goiás. Este trabalho objetivou avaliar variáveis biométricas, análise nutricional foliar do milho submetido a diferentes tipos de fontes orgânicas. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema de parcelas subdivididas (4 x 2) com quatro repetições compondo um experimento com 32 unidades experimentais. Os tratamentos foram quatro tipos de matérias orgânicas (dejeito de suíno, lodo de esgoto, esterco bovino e cama de frango) com duas proporções de matéria orgânica (20 e 40%) em relação ao volume dos vasos. Foram realizadas análises biométricas de altura de planta, número de folhas, área foliar, diâmetro de colmo, comprimento e diâmetro de panícula. Foi avaliada a parte nutricional foliar do milho através da extração dos seguintes elementos: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn), Boro (B) e zinco (Zn). Todas as fontes e proporções de matéria orgânica influenciaram nas características de crescimento e desenvolvimento do milho. O esterco bovino proporcionou o melhor desempenho agrônomico do milho, enquanto a cama de frango proporcionou os piores

resultados. Os resultados apontaram que se deve cultivar o milho com a proporção de 20% de matéria orgânica no solo.

PALAVRAS-CHAVES: fertilidade do solo, *Pennisetum glaucum*, solo orgânico

ABSTRACT

MORAIS, WILKER ALVES. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, July, 2016. **Different types of organic fertilizers in the millet crop**, Advisor: Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares. Co-advisor: Dr. Marconi Batista Teixeira.

The cultivation of millet has increased in the agricultural landscape especially in animal feeding questions and soil cover. The experiment was carried out in a controlled environment at the Instituto Federal Goiano. - Campus Rio Verde, in southwestern of Goias This study aimed to evaluate biometric variables and leaf nutrient analysis of millet under different types of organic sources. The experimental design was the randomized blocks analyzed in split plot with 4 x 2 with four replications composing an experiment with 32 experimental units. The treatments were four types of organic materials (pig manure, sewage sludge, manure and poultry litter) with two proportions of organic matter (20 and 40%) compared to the volume of the vessels. There were done biometric analysis of plant height, number of leaves, leaf area, stem diameter, length and diameter of panicle. It was evaluated the foliar nutritional status of millet by extracting the elements nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), sulfur (S), iron (Fe), copper (Cu), manganese (Mn), boron (B) and zinc (Zn). All sources and proportions of organic matter influenced the growth characteristics and development millet. The manure had the best agronomic performance of millet while the poultry litter had the worst. The results showed that millet should be cultivated with the proportion of 20% of organic matter in the soil.

KEY WORDS: soil fertility, *Pennisetum glaucum*, organic soil

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, há um crescente uso de matéria orgânica como condicionador de solos, principalmente na agricultura familiar. A matéria orgânica é a parte do solo que já foi ou ainda é viva. Os principais constituintes orgânicos no solo são resíduos de vegetais e/ou animais, além de insetos, fungos, bactérias e outros microrganismos que vivem no solo. A decomposição da matéria orgânica é realizada por microrganismos decompositores. A mineralização é o resultado do processo de decomposição microbiana.

Os principais benefícios da matéria orgânica para a fertilidade do solo são: fornecimento de nutrientes para as culturas, aumento da capacidade de troca de cátions do solo, aumento da superfície específica do solo, aumento da disponibilidade de nutrientes para as culturas, complexação de substâncias tóxicas. Na parte física do solo, os principais benefícios são: melhoria da estrutura, densidade, porosidade do solo, capacidade de retenção e infiltração de água. Quanto a biótica do solo, o uso de matéria orgânica atua como uma fonte de alimento para microrganismos decompositores, responsáveis pela decomposição e mineralização da matéria orgânica no solo, além de proporcionar o aumento de insetos, fungos bactérias e outros organismos (ALCÂNTARA; MADEIRA, 2012).

Dentre os adubos orgânicos, os mais utilizados na reposição de matéria orgânica no solo são esterco bovino, cama de frango, dejetos de suíno e mais recentemente o lodo de efluente.

O esterco bovino há vários anos vem sendo aproveitado como condicionador dos meios físicos, químicos e biológicos do solo, por isso, o mais tradicional. Segundo Reina et al. (2010) a utilização de esterco bovino é recomendada tanto para agricultores

familiares como para grandes produtores, desde que seja disponível e tenha mão de obra para sua aplicação. Outro aproveitamento deste resíduo é na pecuária.

O esterco bovino é composto por 30 a 40% de matéria orgânica, porém, a característica do esterco muda de acordo com a fonte. Desta forma os tipos e idades dos animais, o tipo de atividade pecuária utilizada e a alimentação nutricional são alguns dos fatores que influenciam nas características físicas e químicas do esterco (MALAVOLTA et al. 2002).

Outro resíduo utilizado é a cama de aviário, também conhecida como cama de frango. A cama tem função de absorção de umidade, diluição de excreções e possui função de proteção dos animais. São vários os materiais utilizados para formação da cama de frango, como por exemplo, casca de arroz e amendoim, maravalha, papel, dentre outros (CARVALHO et al., 2011).

Tanto esterco bovino como cama de aviário são resíduos de baixa umidade e por isso são conhecidos como resíduos sólidos. Com alto teor de umidade, a composição dos dejetos de suínos depende do tipo de sistema de manejo adotado. Os dejetos podem apresentar grandes variações na concentração de seus componentes, dependendo da diluição do manuseio e do armazenamento (OLIVEIRA, 1993).

A forma mais usual de disposição dos dejetos de suínos é na agricultura e/ou pecuária. Porém, esta destinação carece de instalações, equipamentos e manejo adequado para ser viável perante o fertilizante mineral.

Uma observação importante nesse tipo de adubo orgânico são os custos econômicos a exemplo, a distância entre o depósito e a lavoura, realizar estudos quanto a topografia, condições do terreno e total anual a ser aplicado.

Outro resíduo com bastante umidade é o lodo de efluente ou de esgoto. Devido ao aumento populacional e das várias indústrias, o lodo de esgoto tem se tornado um problema em função do aumento e a falta de destinação final adequada. Estudos apontavam que em 2010, no Brasil, a produção de matéria seca por ano era de 150 a 220 mil toneladas (PEDROZA et al., 2010).

Nuvolari et al. (2011) relatam que o efluente quando não possui resíduos industriais, é basicamente composto por 99,87% de água, 0,07% de substâncias dissolvidas, 0,04% de sólidos sedimentáveis, 0,02% de sólidos não sedimentáveis.

Em um sistema de tratamento de esgoto são gerados dois tipos de resíduos: a parte líquida que, se dentro das normas da legislação pode ser devolvido para o ambiente, geralmente em corpos de água para autodepuração e o lodo que se caracteriza

por ser pastoso e possui altas concentrações de microrganismos, sólidos orgânicos e minerais (NUCCI et al., 1978).

No Brasil, o lodo geralmente tem como destino os aterros sanitários, o seu aproveitamento em outras atividades ainda não é muito comum. Uma das alternativas pelas características brasileiras é o uso agrícola.

A Resolução CONAMA nº 375/2006 define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e, em seu artigo 3º regulamenta que, para ter aplicação agrícola, os lodos deverão ser submetidos ao processo de redução de patógenos e da atratividade de vetores (BRASIL, 2006).

A região do sudoeste de Goiás é caracterizada por grande atividade agrícola, pecuária e agroindústrias. Tais atividades geram grandes quantidades de resíduos. Os resíduos se não destinados adequadamente, podem causar contaminações no meio ambiente e como consequência prejudicar a qualidade de vida da sociedade.

Para todos resíduos orgânicos, deve - se considerar a disponibilidade de área, tipo de solo, distância de mananciais e dose de aplicação. Todo resíduo deve passar por um tratamento prévio de compostagem para atingir a maturação antes de ser incorporado ao solo para não haver danos as culturas por fitotoxicidade.

A adubação orgânica é de fundamental importância para a agricultura, principalmente na cultura do milho.

Historicamente, o cultivo do milho (*Pennisetum glaucum*) teve início na Índia e seus genótipos originais são africanos. Sendo uma das culturas mais cultivadas na África. Por característica, o milho é uma gramínea anual de verão, cespitosa, de porte ereto e apresenta perfilhamento abundante e pode superar 3,0 m de altura. Apresenta folhas com lâminas largas com bordos serrados. A inflorescência é uma panícula cilíndrica e longa. O milho tem sido utilizado na recuperação de solos, principalmente antecipando o início de pastejo de forrageiras braquiárias. Outra utilidade do milho é na alimentação animal. O cereal vem sendo utilizado na ração e na produção de silagem de qualidade em regiões com déficit hídrico, principalmente para avicultura e pecuária (FONTANELI et al., 2012).

1.1. Referências bibliográficas

ALCÂNTARA, F.A. DE; MADEIRA, N.R. *Manejo do solo no sistema de produção orgânico de hortaliças*. Brasília: Embrapa, 2008. 12 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução nº 375 de 29 agosto 2006*. Brasília: Governo Federal, 2006.

CARVALHO, T.M.R. de; MOURA, D.J. de; SOUZA, Z.M. de; SOUZA, G.S. de. BUENO, L.G.F. Qualidade da cama e do ar em diferentes condições de alojamento de frangos de corte. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.46, n.4, p.351-361, 2011.

FONTANELI, R.S.; FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. dos. Gramíneas forrageiras anuais de verão. In: FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. DOS; FONTANELI, R.S. (Orgs). *Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira*. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2012. 544 p.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J.C. *Adubos & Adubações*. São Paulo: Nobel, 2002. 199p.

NUCCI, N.L.R.; COSTA e SILVA, R.J.; ARAÚJO, J.L.B. *Tratamento de esgotos municipais por disposição no solo e sua aplicabilidade no Estado de São Paulo*. São Paulo: Fundação Prefeito Faria Lima - Centro de Estudos e Pesquisas de Administração Municipal, 1978. 70p.

NUVOLARI, A. *Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola*. 2ª ed. São Paulo: Blucher, 2011. 565p.

OLIVEIRA, P.A.V. de, coord. *Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos*. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1993, 188p. (EMBRAPA-CNPSA, Documentos, 27).

PEDROZA, M.M.; VIEIRA, G.E.G.; SOUSA, J.F.de; PICKLER, A.C.; LEAL, E.R.M.; MILHOMEN, C.C. Produção e tratamento de lodo de esgoto – uma revisão. *Revista Liberato*. v.11, n.16, p. 89-188, 2010.

REINA, E.; AFFÉRI, F.S.; CARVALHO, E.V.de; DOTT, M.A.; PELUZIO, J.M.
Efeito de doses de esterco bovino na linha de semeadura na produtividade de milho.
Revista Verde, v.5, n.5, p. 158 - 164, 2010.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar as variáveis biométricas e os componentes nutricionais foliares do milho submetido a fontes orgânicas.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar melhor (es) fonte (s) orgânica (s);
- Avaliar a influência de fontes e proporções de matéria orgânica sobre as variáveis biométricas da cultura do milho;
- Avaliar as condições nutricionais foliares do milho submetido a fontes e proporções de matéria orgânica adicionada ao solo;

3. CAPÍTULO I

DESEMPENHO AGRONÔMICO DO MILHETO SUBMETIDO À FONTES E PROPORÇÕES DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

Resumo: O uso de matéria orgânica na agricultura melhora as características físicas, químicas e biológicas do solo, propiciando melhores resultados na semeadura das mais diversas culturas. Objetivou-se avaliar a influência de fontes e proporções de matéria orgânica sobre as variáveis biométricas da cultura do milheto. O delineamento experimental adotado foi os blocos ao acaso, analisado em esquema de parcelas subdivididas (4 x 2) com quatro repetições compondo um experimento com 32 unidades experimentais. Os tratamentos foram quatro tipos de matérias orgânicas (dejeito de suíno, lodo de esgoto, esterco bovino e cama de frango) com duas proporções de matéria orgânica (20 e 40%), em relação ao volume dos vasos. Aos 20, 40, 60 e 80 dias após a semeadura foram realizadas as análises biométricas de altura de planta (AP), área foliar (AF), diâmetro de colmo (DC), número de folhas (NF). Aos 80 DAS também foram analisadas as variáveis de comprimento de panícula (CP) e diâmetro de panícula (DP). Quanto as variáveis biométricas, diâmetro de colmo, altura de planta, número de planta e área foliar, de maneira geral, as plantas cultivadas com esterco bovino obtiveram os maiores e menores resultados foram para as plantas cultivadas com cama de frango. Também, para as variáveis biométricas avaliadas verificou-se maior viabilidade da semeadura do milheto com a proporção de 20% de matéria orgânica adicionada ao solo. Também, para todos os teores de macro e micronutrientes e para biometria das panículas avaliadas, verificou-se maior viabilidade da semeadura do milheto com a proporção de 20% de matéria orgânica adicionada ao solo. No geral, os maiores comprimentos e diâmetros de panículas foram encontrados por plantas cultivadas com esterco bovino.

Palavras chaves: esterco bovino, cama de frango, variáveis biométricas

MILLET GROWN OF BIOMETRICS WITH DIFFERENT SOURCES OF ORGANIC

Abstract: The use of organic matter in agriculture improves the physical, chemical and biological soil providing better results in the planting of diverse cultures. This study aimed to evaluate the effect of adding to the soil two ratios of four different organic sources in biometric variables of millet crop. The experimental design was the randomized blocks analyzed in split plot with 4 x 2 with four replications composing an experiment with 32 experimental units. The treatments were four types of organic materials (pig manure, sewage sludge, manure and poultry litter) with two proportions of organic matter (20 and 40%) compared to the volume of the vessels. At 20, 40, 60 and 80 days after planting were conducted biometric analyzes of plant height (AP), leaf area (AF) stem diameter (DC), number of leaves (NF). At 80 DAS were also analyzed the panicle length variable (CP) and diameter of panicle (SD). Evaluating biometric parameters stem diameter, plant height, number of plant and leaf area, in general, plants grown with manure obtained the best results and the worst results were for plants grown with poultry litter. Also, for all evaluated biometrically it was verified greater viability of millet planting with the proportion of 20% organic soil matter added.

Key words: soil aeration, sustainable development, biometric variables

3.1. Introdução

O crescimento populacional desgovernado é o principal causador de danos aos meios físicos, bióticos e socioeconômicos (SANCHEZ, 2008). Nesse sentido, um dos grandes vilões do desenvolvimento sustentável é a destinação inadequada dos resíduos.

Os resíduos orgânicos se não bem manejados podem contaminar o solo, os recursos hídricos, as próprias vegetações, os animais, a economia e a população humana (SISINNO et al., 2003).

O conhecimento da fertilidade da matéria orgânica é importante para recompor com eficiência os nutrientes que estão desbalanceados e são necessários para o crescimento e desenvolvimento dos vegetais e melhoria física do solo (LOPES, 2007).

Técnicas de fertilização orgânica e recuperação do solo podem proporcionar o retorno as condições de equilíbrio físico, químico e biológico (FERREIRA et al., 2010) e reduzir o uso abusivo das adubações químicas na agropecuária. Já que, utilizar apenas adubos químicos para recompor os nutrientes do solo aliados ao mau manejo do solo pode causar problemas relacionados a degradação, problemas esses que estão

relacionados a diminuição da matéria orgânica, salinização, empobrecimento do solo e consequentemente erosão no solo (SILVA et al., 2007). Assim, o solo com adição de matéria orgânica está apto a receber o cultivo das mais diversas culturas, a exemplo do milheto, que vem ganhando espaço no cenário agrícola.

O milheto *Pennisetum glaucum* (L) é uma gramínea anual muito utilizada na Índia e alguns países da África. O milheto vem ganhando espaço na agricultura brasileira com um aumento da área plantada, sobretudo nas regiões de Cerrado, onde o solo possui baixa fertilidade e o período de seca é extenso. O milheto é utilizado para produção de fitomassa verde para forragem, massa seca para cobertura morta em semeadura direta e produção de grãos para ração ou para sementes (FONTANELI et al., 2012).

Objetivou-se avaliar a influência de fontes e proporções de matéria orgânica sobre as variáveis biométricas da cultura do milheto.

3.2. Material e métodos

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

O delineamento experimental adotado foi os blocos ao acaso, analisado em esquema de parcelas subdivididas (4 x 2) com quatro repetições compondo um experimento com 32 unidades experimentais. Os tratamentos foram quatro tipos de matérias orgânicas (dejetos de suíno, lodo de esgoto, esterco bovino e cama de frango) com duas proporções de matéria orgânica (20 e 40%) em relação ao volume dos vasos.

Os vasos utilizados possuíam capacidade para 50 litros. O solo utilizado para o cultivo foi o solo predominante da região. Para as proporções de 20%, os vasos eram preenchidos com 80% de solo e 20% da matéria orgânica. Para as proporções de 40%, os vasos eram preenchidos com 60% de solo e 40% da matéria orgânica. A análise química inicial dos solos após a adição dos tratamentos encontra-se na Tabela 1. A análise do solo foi realizada conforme Silva et al. (2009).

A semeadura do milheto foi realizada no mês de abril de 2016. Foram semeadas dez sementes de milheto (Embrapa BRS 1501) por vaso e com 15 dias após semeadura (DAS) foi feito um desbaste deixando as três plantas mais desenvolvidas para realizar as

mensurações das variáveis.

Tabela 1. Análise química com os resultados de macro e micronutrientes do solo após adição dos tratamentos para o cultivo do milho

Trat.	Macronutrientes							
	----- cmol _c dm ⁻³ -----				----- mg dm ⁻³ -----			
	Ca	Mg	Al	K	K	S	P (mol)	pH
DS 20%	4,44	1,14	0,00	0,32	126,0	114,9	33,40	6,2
DS 40%	4,43	1,15	0,01	0,34	133,0	116,8	23,35	5,5
LE 20%	3,20	0,94	0,05	0,32	126,0	101,2	21,85	4,9
LE 40%	3,28	0,83	0,10	0,30	119,0	161,3	20,79	4,7
EB 20%	2,33	1,18	0,00	0,91	356,0	12,5	28,39	7,1
EB 40%	3,76	2,35	0,00	1,67	652,0	20,1	87,70	7,3
CF 20%	1,92	2,06	0,00	0,00	1,3	72,1	154,49	8,1
CF 40%	1,44	3,06	0,00	0,01	2,4	181,1	263,09	8,3

Trat.	Micronutrientes							
	----- mg dm ⁻³ -----						g dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³
	Na	Fe	Mn	Cu	Zn	B	M.O	CTC
DS 20%	19,00	13,85	53,74	5,59	19,54	0,16	35,7	7,69
DS 40%	18,00	12,07	54,41	2,20	10,33	0,28	39,6	8,32
LE 20%	37,00	69,91	96,20	5,09	18,16	0,29	34,1	8,04
LE 40%	45,00	90,36	118,05	3,26	21,01	0,23	39,0	8,10
EB 20%	33,00	12,39	47,70	3,04	5,75	0,18	30,3	5,59
EB 40%	55,00	15,05	110,07	3,09	11,27	0,31	49,8	9,01
CF 20%	360,00	12,10	111,89	8,17	10,78	1,94	31,0	6,25
CF 40%	240,00	8,66	127,61	5,60	14,40	2,49	51,3	6,21

Trat. = tratamentos; DS = dejetos de suíno; LE = lodo de esgoto; EB = esterco bovino; CF = cama de frango; SA = sem adubação; AQ = adubação química; Ca = cálcio; Mg = magnésio; Al = alumínio; K = potássio; S = enxofre; P = fósforo; CaCl₂ = cloreto de cálcio; pH = potencial hidrogeniônico; Na = sódio; Fe = ferro; Mn = manganês; Cu = cobre; Zn = zinco; B = boro; M.O. = matéria orgânica; CTC = capacidade de troca catiônica

Aos 20, 40, 60 e 80 DAS foram realizadas as análises biométricas de altura de planta (AP), área foliar (AF), diâmetro de colmo (DC), número de folhas (NF).

A AP foi mensurada desde a superfície do solo até a base da panícula do milho.

Para realizar área foliar (AF), foram realizados o comprimento (C) e a largura da

quarta folha (L) da extremidade inferior para superior da planta. A largura da folha foi realizada nas regiões centrais, ou seja, as mais largas. Foi padronizada para as medições a quarta folha contada da base até a extremidade superior da planta. Todas medições foram realizadas com o auxílio de uma trena métrica. Assim, a área foliar do colmo principal foi obtida pela expressão $AF = C \times L \times 0,75$, utilizando a equação recomendada por Sangoi et al. (2011) para cultura do milho.

O DC foi mensurado próximo a superfície do solo, com auxílio de paquímetro digital eletrônico do tipo “bico fino” (Ponta Aguda) com precisão de 0,01 mm. Foram contadas apenas as folhas expandidas para NF.

Aos 80 DAS também foram analisadas as variáveis de comprimento de panícula (CP) e diâmetro de panícula (DP). Foi utilizado o paquímetro digital eletrônico do tipo “bico fino” (Ponta Aguda) com precisão de 0,01 mm para mensurar o DP, e as análises foram realizadas sempre na parte central de cada panícula. O CP foi realizado de uma extremidade da panícula a outra com o auxílio de uma régua de 50 cm com escala 1:1 (um para um).

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

3.3 Resultados e discussões

O crescimento da cultura do milheto durante sua fase vegetativa e reprodutiva é analisado através das variáveis biométricas, nas quais o diâmetro de colmo (DC), altura de planta (AP), número de folha (NF) e área foliar (AF) são de fundamental importância por representar variáveis de comparações diretas entre os tratamentos.

As plantas submetidas à semeadura no solo com adição de duas proporções de matéria orgânica (PMO) e quatro tipos de matéria orgânica (MO), obtiveram resultados significativos para DC na interação entre MO x PMO aos 20, 40, 60 e 80 dias após a semeadura (DAS) (Tabela 2). Analisando isoladamente, as MO não houve significância apenas aos 80 DAS, diferentemente das PMO, que obtiveram diferenças significativas em todas as épocas de avaliação.

Tabela 2. Resumo da ANAVA para as variáveis diâmetro de colmo (DC), altura de planta (AP), número de folha (NF) e área foliar (AF) do milho avaliados em diferentes dias após a semeadura (DAS)

FV	GL	Quadrados Médios			
		Diâmetro de colmo			
		20 DAS	40 DAS	60 DAS	80 DAS
MO	3	27,95**	12,58**	8,56*	4,41ns
PMO	1	10,79**	15,47**	15,88*	18,09*
MO x PMO	3	6,25**	13,50**	26,52**	55,51**
Bloco	3	0,27ns	2,29ns	1,52ns	6,14ns
Resíduo	21	0,34	0,79	2,12	3,43
CV (%)		5,11	6,58	9,96	11,54
		Altura de planta			
		20 DAS	40 DAS	60 DAS	80 DAS
MO	3	0,04**	0,02**	0,55**	0,42**
PMO	1	0,00001ns	0,00003ns	0,15**	0,28**
MO x PMO	3	0,02**	0,0009ns	0,28**	0,69**
Bloco	3	0,0009ns	0,005ns	0,01ns	0,06ns
Resíduo	21	0,0005	0,002	0,01	0,02
CV (%)		8,78	9,04	10,67	9,78
		Número de folhas			
		20 DAS	40 DAS	60 DAS	80 DAS
MO	3	0,11ns	0,71ns	1,03*	1,03ns
PMO	1	1,53ns	0,50ns	1,53*	0,78ns
MO x PMO	3	1,53*	1,75**	2,36**	0,53ns
Bloco	3	0,11ns	0,71ns	0,53ns	0,86ns
Resíduo	21	0,47	0,33	0,25	0,41
CV (%)		11,63	8,40	6,42	8,12
		Área foliar			
		20 DAS	40 DAS	60 DAS	80 DAS
MO	3	724,59**	4119,62*	2748,30*	28325,37**
PMO	1	719,34*	10,25ns	5383,59*	2771,40ns
MO x PMO	3	359,62ns	412,37ns	116,04ns	2753,41ns
Bloco	3	88,50ns	637,24ns	137,41ns	1343,01ns

Resíduo	21	128,57	903,62	777,94	1034,75
CV (%)		14,48	18,12	11,12	8,52

FV = fator de variação; GL = grau de liberdade; MO = matéria orgânica; PMO = proporção de matéria orgânica; MO x PMO = interação entre matéria orgânica e proporção de matéria orgânica; CV = coeficiente de variação. * = significativo a 5% pelo teste F. ** = significativo a 1% pelo teste F.

Para AP, verificou-se significância na interação MO x PMO aos 20, 60 e 80 DAS (Tabela 2). Isoladamente, MO obteve diferença em todas as épocas avaliadas, já a PMO obteve significância aos 60 e 80 DAS.

Com significância aos 20, 40 e 60 DAS para interação MO x PMO, o NF obteve significância para MO e PMO isolados, apenas para os 60 DAS.

Única variável que não obteve significância na interação MO x PMO em todas as épocas avaliadas, a AF, apresentou diferença significativa aos 20, 40, 60 e 80 DAS para MO e aos 20 e 60 DAS para PMO.

O DC possui grande importância para sustentação dos vegetais, quanto maior do diâmetro da planta maior capacidade da planta evitar o tombamento (TAIZ; ZEIGER, 2013). Durante as fases vegetativa e reprodutiva, os maiores DC nas PMO de 20%, foram encontrados para os milhetos cultivados com esterco bovino (EB). Para PMO de 40% os maiores DC foram encontrados para plantas cultivadas com dejetos de suíno (DS). Com relação as PMO, quando adicionado 20% de matéria orgânica, no geral, obteve - se os maiores DC. Isso pode ter acontecido pelo fato de que, quando adicionado maiores quantidades de MO, pode ter ocasionado fitotoxicidade para plantas por excesso de nutrientes.

Objetivando avaliar as características agronômicas de três genótipos de milho (CMS-1, BRS- 1501 e BN-2) com adubação de 350 kg/ha da formulação 8-28-16 (NPK) e a de cobertura a 100 kg/ha de ureia, de acordo com a análise de solo e a necessidade da cultura plantados no período de safrinha, Guimarães Júnior et al. (2009) analisando o DC aos 37, 52, 67 e 82 DAS verificaram médias de 13,17 mm, 13,93 mm, 12,80 mm e 13,56 mm, respectivamente. Estes valores são semelhantes aos resultados observados para o trabalho em questão nas plantas cultivadas com CF e LE (Tabela 3). As plantas cultivadas com DS e EB apresentaram alguns valores superiores a estes com 18,20 mm para PMO de 40% para DS e 20,39 mm para PMO de 20% para EB.

Tabela 3. Desdobramento da interação da matéria orgânica (MO) dentro de cada nível da proporção de matéria orgânica (PMO) e vice-versa para os dias após a semeadura (DAS) da análise de diâmetro de colmo (DC) do milho

PMO (%)	MO			
	Diâmetro de colmo (mm)			
	CF	DS	EB	LE
20 DAS				
20	10,58aB	12,47aA	12,70aA	12,73aA
40	6,94bC	12,80aA	11,51bB	12,57aAB
40 DAS				
20	12,85aBC	12,65bC	16,91aA	14,54aB
40	10,83bC	14,79aA	12,82bB	12,94bB
60 DAS				
20	14,76aB	13,22bB	17,97aA	15,32aAB
40	11,65bB	16,91aA	13,27bB	13,81aB
80 DAS				
20	17,68aAB	13,50bC	20,39aA	15,65aBC
40	12,79bC	18,20aA	13,65bBC	16,57aAB

Médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade. CF = cama de frango; DS = dejetos de suíno; EB = esterco bovino; LE = lodo de esgoto; 20 = representa 20% de matéria orgânica utilizado em cada tratamento; 40 = representa 40% de matéria orgânica utilizado em cada tratamento.

Tabela 4. Significância das médias da altura de planta (AP) aos 40 dias após a semeadura (DAS) do milho para as matérias orgânicas (MO)

Altura de planta (m)	
Tratamentos	40 DAS
	Matéria orgânica
	Médias
CF	0,61ab
DS	0,57b
EB	0,57b
LE	0,66a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre tratamentos a 5% de probabilidade. CF = cama de frango; DS = dejetos de suíno; EB = esterco bovino; LE = lodo de esgoto.

Para AP, verificou-se aos 40 DAS o maior valor foi para as plantas com adição de LE ao solo, quando comparado com DS e EB (Tabela 4).

As maiores plantas encontradas foram as cultivadas com DS para a PMO de 20% (Tabela 5). Ainda para esta proporção, as plantas que obtiveram o menor crescimento foram as cultivadas com cama de frango (CF). Quando utilizado a PMO 40% as maiores alturas de plantas (AP) foram encontradas em plantas cultivadas com EB e as menores AP foram em plantas cultivadas com CF. Apenas para plantas cultivadas com EB obtiveram maiores crescimento com a proporção de 40%, as demais fontes as maiores AP foram encontradas para PMO de 20%. Objetivando avaliar as características agrônômicas de três genótipos de milho (CMS-1, BRS- 1501 e BN-2) plantados no período de safrinha Guimarães Júnior et al. (2009) analisando a AP aos 37, 52, 67 e 82 DAS verificaram médias de 0,78 m, 2,03 m, 2,13 m e 2,40, respectivamente. Estes valores são semelhantes aos resultados observados para o trabalho em questão tanto para MO como para PMO. Avaliando genótipos de milho para silagem no semiárido, Pinho et al. (2013), verificaram AP máxima de 0,60 m para o genótipo Sauna B, 0,67 m para CMS 01, 0,90 m para ADR 500, 0,79 m para BRS 1501 e 1,02 m para CMS 03.

Tabela 5. Desdobramento da interação da matéria orgânica (MO) dentro de cada nível da proporção de matéria orgânica (PMO) e vice-versa para os dias após a semeadura (DAS) da análise de altura de planta (AP) do milho

PMO (%)	MO			
	Altura de planta (m)			
	CF	DS	EB	LE
20 DAS				
20	0,17aB	0,27aA	0,26bA	0,29aA
40	0,14bC	0,23bB	0,40aA	0,23bB
60 DAS				
20	0,80aC	1,43aA	1,17bB	1,26aAB
40	0,68bC	0,94bB	1,55aA	0,96bB
80 DAS				
20	1,15aC	2,11aA	1,44bBC	1,69aB
40	1,22aB	1,24bB	1,92aA	1,26bB

Médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade. CF = cama de frango; DS = dejetos de suíno; EB = esterco bovino; LE = lodo de esgoto; 20 = representa 20% de matéria orgânica utilizado em cada tratamento; 40 = representa 40% de matéria orgânica utilizado em cada tratamento.

Para NF, quando se compara PMO dentro de cada MO, aos 20 DAS verifica-se significância apenas para EB e LE, e, em ambos, quando adicionado 20% de matéria orgânica ao solo, as plantas possuíam os maiores NF. Não houve diferença no NF quando comparadas as MO dentro de cada PMO (Tabela 6).

Tabela 6. Desdobramento da interação da matéria orgânica (MO) dentro de cada nível da proporção de matéria orgânica (PMO) e vice-versa para os dias após a semeadura (DAS) da análise de número de folhas (NF) do milho

PMO (%)	MO			
	Número de folhas			
	CF	DS	EB	LE
20 DAS				
20	5,50aA	6,00aA	6,75aA	6,25aA
40	6,00aA	6,00aA	5,25bA	5,50bA
40 DAS				
20	6,75aAB	7,25aAB	7,50aA	6,25aB
40	6,50aAB	7,25aA	6,00bB	7,00aAB
60 DAS				
20	7,75aAB	8,25aA	8,50aA	7,25aB
40	7,50aA	8,25aA	6,50bB	7,75aA

Médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade. CF = cama de frango; DS = dejetos de suíno; EB = esterco bovino; LE = lodo de esgoto; 20 = representa 20% de matéria orgânica utilizado em cada tratamento; 40 = representa 40% de matéria orgânica utilizado em cada tratamento.

Aos 40 DAS, verificou-se diferença significativa apenas para EB quando comparado PMO dentro de cada MO, e, quando adicionado 20% de matéria orgânica ao solo, as plantas possuíam os maiores NF. Quando comparadas as MO dentro de cada PMO, para PMO de 20% as plantas cultivadas com adição de EB ao solo possuíam maiores NF quando comparadas com LE, já para PMO de 40% o maior NF foi verificado para DS quando comparado com EB (Tabela 6).

Resultado semelhante aos 40 DAS foi encontrado para aos 60 DAS quando comparado PMO dentro de cada MO para NF. Quando comparadas as MO dentro de cada PMO para a adição de 20% de matéria orgânica ao solo os maiores NF foram para as plantas cultivadas com DS e EB quando comparado com LE. Já para PMO de 40% as plantas com maiores NF foram as cultivadas com CF, DS e LE.

Resultados semelhantes de NF para os 60 e 80 DAS do milho foi encontrado por Streck et al. (2009), quando objetivando estimar a temperatura base para aparecimento de folhas e o filocrono em uma variedade de milho em várias datas de semeadura e dois anos de cultivo verificou-se a média de 8,4 folhas por planta. Aos 20 DAS, verificou-se que as maiores áreas foliares foram observadas nas plantas cultivadas com as matérias orgânicas DS e EB quando comparado com CF. As plantas cultivadas com a PMO de 20% possuíam maiores AF (Tabela 7). O tratamento LE foi semelhante aos demais, não diferindo daqueles que apresentaram maior AF nem dos inferiores.

Tabela 7. Significância das médias da área foliar (AF) aos 20, 40, 60 e 80 dias após a semeadura (DAS) do milho para matéria orgânica (MO) e proporção de matéria orgânica (PMO)

		Área foliar (cm ²)			
		20 DAS	40 DAS	60 DAS	80 DAS
MO	Fontes orgânicas				
		Médias	Médias	Médias	Médias
CF		67,72b	132,10b	224,05b	291,89b
DS		88,65a	175,23a	254,99ab	388,69a
EB		83,58a	180,83a	266,94a	428,71a
LE		73,31ab	175,52a	256,88ab	400,84a
		20 DAS	60 DAS		
PMO	Proporções de matéria orgânica				
		Médias	Médias		
20		83,06a	237,75b		
40		73,57b	263,69a		

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre tratamentos a 5% de probabilidade. CF = cama de frango; DS = dejetos de suíno; EB = esterco bovino; LE = lodo de esgoto; 20 = representa 20% de matéria orgânica utilizado em cada tratamento; 40 = representa 40% de matéria orgânica utilizado em cada tratamento.

Aos 40 DAS, as maiores AF foram verificadas nas plantas cultivadas com DS, EB e LE.

As maiores AF foram encontradas nas plantas cultivadas com EB quando comparadas com CF aos 60 DAS. Com a adição da PMO de 40% no solo as plantas obtiveram maiores AF em relação a PMO de 20%.

Assim como os 40 DAS, aos 80 DAS, as maiores AF foram encontradas para as

plantas cultivadas com DS, EB e LE.

Objetivando quantificar a área foliar em milho e avaliar os efeitos de diferentes níveis de redução da extensão foliar das plantas em caracteres agronômicos, Brito et al. (2011) verificaram AF máxima semelhante ao do obtido neste trabalho, quando avaliadas as folhas de forma individual.

Na parte reprodutiva, analisando comprimento de panícula (CP) e diâmetro de panícula (DP) houve significância para as fontes de variação matéria orgânica (MO), proporções de matéria orgânica (PMO) e para interação entre MO x PMO (Tabela 8).

Tabela 8. Resumo da ANAVA para avaliação de significância das fontes de variação em relação ao comprimento (CP) e diâmetro de panículas (DP) do milheto

FV	GL	Quadrados Médios	
		CP	DP
MO	3	22,38**	7,20**
PMO	1	7,51*	30,17**
MO x PMO	3	13,22**	18,97**
Bloco	3	0,34ns	0,003ns
Resíduo	21	0,60	0,46
CV (%)		2,90	3,01

FV = fator de variação; GL = grau de liberdade; MO = matéria orgânica; PMO = proporção de matéria orgânica; MO x PMO = interação entre matéria orgânica e proporção de matéria orgânica; CV = coeficiente de variação; CP = comprimento de panícula; DP = diâmetro de panícula.

Para CP, quando analisado PMO dentro de cada MO, não se verifica significância apenas para plantas cultivadas com EB, em que, a proporção de 20% de matéria orgânica adicionada ao solo resultou nas maiores panículas para as plantas cultivadas com CF e LE, em relação a proporção de 40% (Tabela 9). Quando comparadas as MO dentro de cada PMO, verifica-se que com a proporção de 20%, as plantas com maiores CP foram as cultivadas com EB em relação as outras. Para PMO de 40%, os maiores comprimentos foram encontrados nas plantas cultivadas com DS e EB e os menores foram encontrados com o cultivo através de CF e LE. Crusciol et al. (2011) verificaram o comprimento de panícula de sorgo de 20,2 cm, valor abaixo do menor valor encontrado, 23,75 cm, para LE na PMO de 40%.

Tabela 9. Desdobramento da interação da matéria orgânica (MO) dentro de cada nível da proporção de matéria orgânica (PMO) e vice-versa para os comprimentos de panícula (CP) e diâmetro de panícula (DP) do milho

PMO (%)	MO			
	CF	DS	EB	LE
	CP (cm)			
20	26,38aB	26,00bB	29,25aA	27,25aB
40	24,25bB	28,50aA	28,50aA	23,75bB
	DP (mm)			
20	24,72aA	21,64aB	25,96aA	22,19bB
40	20,09bC	21,36aBC	21,55bB	23,74aA

Médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade. CF = cama de frango; DS = dejetos de suíno; EB = esterco bovino; LE = lodo de esgoto; 20 = representa 20% de matéria orgânica utilizado em cada tratamento; 40 = representa 40% de matéria orgânica utilizado em cada tratamento.

Para DP, quando analisado PMO dentro de cada MO, não se verifica significância apenas para plantas cultivadas com DS, em que, a proporção de 20% de matéria orgânica adicionada ao solo resultou nos maiores DP para as plantas cultivadas com CF e EB (Tabela 9). Quando comparadas as MO dentro de cada PMO, verifica-se que com a proporção de 20%, as plantas com maiores DP foram as cultivadas com CF e EB em relação a todas as outras. Para PMO de 40%, os maiores diâmetros foram encontrados nas plantas cultivadas com LE e os menores foram encontrados com o cultivo através de CF quando comparados com EB e LE.

3.4. Conclusões

Todas variáveis biométricas do milho foram influenciadas tanto para os diferentes tipos de matérias orgânicas como para as proporções adicionadas ao solo seja como forma isolada seja como interação entre matéria orgânica com proporções de matéria orgânica e vice-versa.

Avaliando as variáveis biométricas diâmetro de colmo, altura de planta, número de planta e área foliar, de maneira geral, as plantas cultivadas com esterco bovino obtiveram os maiores resultados e os menores resultados foram para as plantas cultivadas com cama de frango.

Também, para todas as variáveis biométricas avaliadas verificou-se maior viabilidade da sementeira do milho com a proporção de 20% de matéria orgânica

adicionada o solo.

No geral, os maiores comprimentos e diâmetros de panículas foram encontrados por plantas cultivadas com esterco bovino.

3.5. Agradecimentos

Ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), a Fundação de Amparo à Pesquisa de Goiás (FAPEG) e ao Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, pelo apoio financeiro e estrutural.

3.6. Referências bibliográficas

BRITO, C.H de; SILVEIRA, D.L.; BRANDÃO, A.M.; GOMES; L.S.; LOPES, M.T.G. Redução de área foliar em milho em região tropical no Brasil e os efeitos em caracteres agrônômicos. *Interciencia*, V. 36, n. 4, p. 291-295, 2011.

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

FERREIRA, A.O.; SA, J. C. M.; NASCIMENTO, C. G.; BRIEDIS, C.; RAMOS, F. S. Impacto de resíduos orgânicos de abatedouro de aves e suínos na produtividade do feijão na região dos campos gerais – PR – Brasil. *Revista Verde*, v. 5, n. 4, p. 15-21, 2010.

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

FONTANELI, R.S.; FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. dos. Gramíneas forrageiras anuais de verão. In: FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. DOS; FONTANELI, R.S. (Orgs). *Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira*. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2012. 544 p.

GUIMARÃES JÚNIOR, R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; PIRES, D.A.A.; JAYME, D.G.; RODRIGUEZ, N.M.; SALIBA, E.O.S. Avaliação agronômica de genótipos de milho (*P. glaucum*) plantados em período de safrinha. *Revista Archivos de Zootecnia*, v. 58, p. 629-632. 2009.

LOPES, A. S. & GUILHERME, L. R. G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. *Fertilidade do Solo*. 1 ed. Viçosa: SBCS, 2007. p.1-64.

PINHO, R.M.A.; SANTOS, E.M.; RODRIGUES, J.A.S.; MACEDO, C.H.O.; CAMPOS, F.S.; RAMOS, J.P.F.; BEZERRA, H.F.C.; PERAZZO, A.F. Avaliação de genótipos de milho para silagem no semiárido. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.14, n.3, p.426-436, 2013.

SANCHEZ, L. E. *Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 495p.

SANGOI, L.; SCHWEITZER, C.; SILVA, P.R.F. da; SCHMITT, A.; VARGAS, V.P.; CASA, R.T.; SOUZA, C.A. de. Perfilamento, área foliar e produtividade do milho sob diferentes arranjos espaciais. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v.46, n.6, p.609-616, 2011.

SILVA, R. G.; GALVAO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; SILVA, D. G.; ARNHOLD, E. Produtividade de milho em diferentes sistemas produtivos. *Revista Verde*, v. 2, n.2, p. 136-141, 2007.

SILVA, F.C. da; ABREU, M.F. de; PÉREZ, D.V.; EIRA, P.A. da; ABREU, C.A. de; VAN RAIJ, B.; GIANELLO, C.; COELHO, A.M.; QUAGGIO, J.A.; TEDESCO, M.J.; SILVA, C.A.; BARRETO, W.O. Métodos de análises químicas para avaliação da fertilidade do solo. In: SILVA, F.C. de. (Ed. Técnico). *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. 2ª ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 107-189.

SISINNO, C.L.S.; PEREIRA NETTO, A.D.; REGO, E.C.P. do; LIMA; G.S.V. Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em resíduos sólidos industriais: uma avaliação preliminar do risco potencial de contaminação ambiental e humana em áreas de disposição de resíduos. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 19 n. 2, p. 671-676, 2003.

STRECK, N.A.; LAGO, I.; SAMBORANHA, F.K.; GABRIEL, L.F. SCHWANTES, A.P.; SCHONS, A. Temperatura base para aparecimento de folhas e filocrono da variedade de milho BRS Missões. *Ciência Rural*, v.39, n.1, p.224-227, 2009.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Editora: Artmed, p. 954, 2013.

4. CAPÍTULO II

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO MILHETO SUBMETIDO À FONTES E PROPORÇÕES DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

Resumo: O milheto está se tornando uma cultura de grande excelência na agricultura pelo seu potencial nutricional para animais e como cobertura do solo. Objetivou-se avaliar as condições nutricionais foliares do milheto submetido a fontes e proporções de matéria orgânica adicionada ao solo. O delineamento experimental adotado foi os blocos ao acaso, analisado em esquema de parcelas subdivididas, sendo 4 x 2 com quatro repetições compondo um experimento com 32 unidades experimentais. Os tratamentos foram quatro tipos de matéria orgânica (dejeito de suíno, lodo de esgoto, esterco bovino e cama de frango) com duas proporções de matéria orgânica (20 e 40%) em relação ao volume dos vasos. Aos 80 dias após a semeadura foram realizadas as análises nutricionais nas folhas com milheto para os seguintes elementos: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn), boro (B) e zinco (Zn). Para os macronutrientes, plantas cultivadas com cama de frango e dejeito de suíno obtiveram os melhores resultados, já para os micronutrientes, os maiores teores encontrados no tecido foliar do milheto foram nas plantas cultivadas com lodo de esgoto.

Palavras chaves: análise foliar, fertilidade do solo, nutrição de plantas

NUTRITIONAL EVALUATION OF MILLET GROWN WITH SOURCES AND DIFFERENT KINDS OF ORGANIC WASTE

Abstract: Pearl millet is becoming a culture of great excellence in agriculture because their nutritional potential for animals feeding and as ground cover. This study aimed to evaluate the foliar nutritional status of millet crop under cultivation with different organic sources and two proportions of organic matter added to the soil. The experimental design was the randomized blocks analyzed in split plot with 4 x 2 with four replications composing an experiment with 32 experimental units. The treatments were four types of organic materials (pig manure, sewage sludge, manure and poultry litter) with two proportions of organic matter (20 and 40%) compared to the volume of

the vessels. At 80 days after planting were performed nutritional analyzes of the millet leaves as nitrogen element (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), sulfur (S), iron (Fe), copper (Cu), manganese (Mn), boron (B) and zinc (Zn). Also it was performed analysis of length and diameter of panicle millet. For macronutrients, plants grown with chicken manure and pig manure obtained the best results, as for micronutrients, the highest levels found in the leaves of millet were for plants grown with sewage sludge. Also, for all the macro and micronutrients and biometry of assessed panicles there was a higher viability of millet planting with the proportion of 20% of added organic matter soil. In general, longer lengths and diameters panicles were found by plants grown with cattle manure.

Key words: leaf analysis, soil fertility, plant nutrition

4.1. Introdução

Historicamente, o homem primitivo era nômade, vivia da caça e pesca, com o passar dos anos, alterou os costumes, plantando para sua própria subsistência, a partir daí iniciou a procura por terras férteis, ricas em matéria orgânica (KIEHL, 1985). Com o aumento populacional, houve a necessidade da demanda de mais alimentos e com isso a agricultura cresceu consideravelmente nos últimos anos.

Com o aumento das áreas agrícolas, tem-se a perda dos nutrientes do solo pela remoção das culturas (GALVÃO, et al., 2008; SANTOS et al., 2010). Além disso, outras formas de perda de nutrientes são por meio da volatilização, concentrações inadequadas, carreamento do fertilizante por erosão (NOVAIS, et al., 2007).

Devido as percas dos elementos essenciais às culturas, faz-se necessária a manutenção da fertilidade do solo para suprir as necessidades nutricionais das plantas, culturas agrícolas e espécies nativas para recuperação de áreas degradadas, já que a matéria orgânica é um ótimo condicionador de solo através das melhorias físicas, químicas e biológicas (ALCÂNTARA; MADEIRA, 2008).

O processo erosivo consiste no desprendimento, arraste e deposição das partículas do solo. Para evitar a erosão se faz necessário uma exploração agrícola equilibrada, e para tal processo é importante a investigação e controle dos causadores da erosão (NOVAIS, et al., 2007). Todos os benefícios provenientes da matéria orgânica

tornam o solo mais produtivo, podendo o mesmo receber as mais diversas culturas, a exemplo do milheto.

O milheto é uma cultura anual importante para a alimentação animal, pois vários estudos comprovam que esta cultura pode ser utilizada em substituição ao milho e outros grãos. Por ser uma cultura muito nutritiva, o milheto proporciona rápido ganho de peso animal. Esta espécie, diferente do sorgo, não apresenta durrina, sendo nesse sentido atóxica para os animais em qualquer estágio vegetativo, para corte, pastejo direto, feno, silagem e grãos (FONTANELI et al., 2012). Bergamaschine et al. (2011) mostraram que é possível a substituição do milho e farelo de algodão pelo milheto no concentrado da dieta de novilhos em confinamento. Murakami et al. (2009) mostraram viabilidade econômica e o mesmo desempenho em frangos de corte alimentados com milheto em substituição ao milho.

Objetivou-se avaliar as condições nutricionais foliares do milheto submetido a fontes e proporções de matéria orgânica adicionada ao solo.

4.2. Material e métodos

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

O delineamento experimental adotado foi os blocos ao acaso, analisado em esquema de parcelas subdivididas (4 x 2) com quatro repetições compondo um experimento com 32 unidades experimentais. Os tratamentos foram quatro tipos de matérias orgânicas (dejeito de suíno, lodo de esgoto, esterco bovino e cama de frango) com duas proporções de matéria orgânica (20 e 40%) em relação ao volume dos vasos.

Os vasos utilizados possuíam capacidade para 50 litros. O solo utilizado para o cultivo foi o solo predominante da região. Para as proporções de 20%, os vasos eram preenchidos com 80% de solo e 20% da matéria orgânica. Para as proporções de 40%, os vasos eram preenchidos com 60% de solo e 40% da matéria orgânica. A análise química inicial dos solos após a adição dos tratamentos encontra-se na Tabela 1. A análise do solo foi realizada conforme Silva et al. (2009).

Tabela 1. Análise dos macros e micronutrientes do solo de cada tratamento ao qual milho foi cultivado

Trat.	Macronutrientes							pH
	----- cmol _c dm ⁻³ -----				----- mg dm ⁻³ -----			
	Ca	Mg	Al	K	K	S	P (mol)	
DS 20%	4,44	1,14	0,00	0,32	126,0	114,9	33,40	6,2
DS 40%	4,43	1,15	0,01	0,34	133,0	116,8	23,35	5,5
LE 20%	3,20	0,94	0,05	0,32	126,0	101,2	21,85	4,9
LE 40%	3,28	0,83	0,10	0,30	119,0	161,3	20,79	4,7
EB 20%	2,33	1,18	0,00	0,91	356,0	12,5	28,39	7,1
EB 40%	3,76	2,35	0,00	1,67	652,0	20,1	87,70	7,3
CF 20%	1,92	2,06	0,00	0,00	1,3	72,1	154,49	8,1
CF 40%	1,44	3,06	0,00	0,01	2,4	181,1	263,09	8,3

Trat.	Micronutrientes							cmol _c dm ⁻³ CTC
	----- mg dm ⁻³ -----						g dm ⁻³	
	Na	Fe	Mn	Cu	Zn	B	M.O	
DS 20%	19,00	13,85	53,74	5,59	19,54	0,16	35,7	7,69
DS 40%	18,00	12,07	54,41	2,20	10,33	0,28	39,6	8,32
LE 20%	37,00	69,91	96,20	5,09	18,16	0,29	34,1	8,04
LE 40%	45,00	90,36	118,05	3,26	21,01	0,23	39,0	8,10
EB 20%	33,00	12,39	47,70	3,04	5,75	0,18	30,3	5,59
EB 40%	55,00	15,05	110,07	3,09	11,27	0,31	49,8	9,01
CF 20%	360,00	12,10	111,89	8,17	10,78	1,94	31,0	6,25
CF 40%	240,00	8,66	127,61	5,60	14,40	2,49	51,3	6,21

Trat. = tratamentos; DS = dejetos de suíno; LE = lodo de esgoto; EB = esterco bovino; CF = cama de frango; SA = sem adubação; AQ = adubação química; Ca = cálcio; Mg = magnésio; Al = alumínio; K = potássio; S = enxofre; P = fósforo; CaCl₂ = cloreto de cálcio; pH = potencial hidrogeniônico; Na = sódio; Fe = ferro; Mn = manganês; Cu = cobre; Zn = zinco; B = boro; M.O. = matéria orgânica; CTC = capacidade de troca catiônica

A semeadura do milho foi realizada no mês de abril de 2016. O milho utilizado para a semeadura foi a cultivar BRS 1501 da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

Aos 80 dias após a semeadura (DAS) foi realizada análise química foliar das plantas de milho para conhecer o estado nutricional da planta.

No Laboratório, as folhas verdes foram lavadas com água de torneira e posteriormente com água destilada secadas na estufa com circulação forçada de ar a 60

°C até o peso constante, trituradas em moinho tipo Wiley e passadas em peneiras de malha 1,0 mm.

A extração do boro (B) foi realizada por digestão seca, e, a matéria orgânica do tecido vegetal é incinerada na mufla elétrica sob temperatura de 450 a 550 °C, e o resíduo inorgânico (cinza) é dissolvido na solução de ácido diluído. Já para os elementos nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn) a extração foi através da digestão úmida, em que, a matéria orgânica do tecido vegetal é oxidada com ácidos minerais concentrados e a quente.

Para determinação do N, P, S, B, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn foi utilizada as técnicas de espectrofotometria. Para determinação do K, a técnica utilizada foi a fotometria de chama. A metodologia de análise química do tecido vegetal foi seguida a descrita por Miyazawa et al. (2009).

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

4.3. Resultados e discussões

O resultado da análise foliar para os macro e micronutrientes são importantes para verificar o estado nutricional da planta em relação a fertilidade do solo.

Para interação entre matéria orgânica (MO) x proporções de matéria orgânica (PMO) há significância para todos os macronutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) (Tabela 2). O mesmo aconteceu com a MO analisada de forma isolada. Já para PMO apenas os elementos N e K não houve significância.

Tabela 2. Resumo da ANAVA para avaliação de significância das fontes de variação em relação aos macronutrientes da análise foliar do milheto

FV	GL	Quadrados Médios					
		N	P	K	Ca	Mg	S
MO	3	122,95**	2,23**	325,30**	48,71**	2,35**	0,10**
PMO	1	2,26ns	1,62**	0,17ns	33,62**	8,00**	0,25 **
MO x PMO	3	64,33**	0,67**	13,94**	6,42**	1,37**	0,05**
Bloco	3	21,73**	0,27 **	4,63**	0,70**	0,21**	0,04**
Resíduo	21	0,71	0,009	0,26	0,03	0,01	0,002
CV (%)		1,85	1,60	1,21	2,17	2,53	1,64

FV = fator de variação; GL = grau de liberdade; MO = matéria orgânica; PMO = proporção de matéria orgânica; MO x PMO = interação entre matéria orgânica e proporção de matéria orgânica; CV = coeficiente de variação. * = significativo a 5% pelo teste F. ** = significativo a 1% pelo teste F.

Para N, quando comparado as PMO dentro de cada MO, verifica-se que não há significância apenas para DS (Tabela 3). As plantas com maiores teores de N nas folhas foram para CF e EB quando comparado com LE com a adição de 40% de matéria orgânica ao solo. Quando comparado MO dentro de cada PMO, verifica-se que com a PMO de 20% as plantas com maiores teores de N foliares foram as cultivadas com CF, DS e EB. Já com a PMO de 40%, os maiores teores de N foram as plantas cultivadas com LE e as menores com o cultivo com adição de DS ao solo.

Verificou-se diferença significativa para EB e LE analisando o elemento P, quando comparado PMO dentro de cada MO, e, quando adicionado 20% de matéria orgânica ao solo, as plantas possuíam os maiores teores de P. Quando comparado as MO dentro de cada PMO, para PMO de 20% as plantas cultivadas com adição de DS ao solo possuíam maiores teores de P, os menores teores encontrados foram para as plantas cultivadas com EB, já para PMO de 40% os maiores teores de P foram verificados para as MO de CF e DS quando comparado com EB e LE (Tabela 3).

Tabela 3. Desdobramento da interação da matéria orgânica (MO) dentro de cada nível da proporção de matéria orgânica (PMO) e vice-versa para os macronutrientes da análise foliar do milho

PMO (%)	MO			
	CF	DS	EB	LE
N (g kg ⁻¹)				
20	49,6aA	40,13aC	46,80aB	46,80bB
40	42,9bB	41,00aC	43,90bB	53,40aA
P (g kg ⁻¹)				
20	6,30aB	6,50aA	5,70aC	6,20aB
40	6,40aA	6,40aA	5,10bB	5,00bB
K (g kg ⁻¹)				
20	45,00bB	42,50aC	46,53bA	34,50aD
40	48,00aA	40,30bB	48,30aA	32,50bC
Ca (g kg ⁻¹)				
20	5,70aD	10,00aB	8,90aC	10,60aA
40	2,90bD	10,20aA	7,30bB	6,60bC
Mg (g kg ⁻¹)				
20	3,80aA	5,10aB	4,90aB	5,10aB
40	3,40bC	4,60bA	4,00bB	2,90bD
S (g kg ⁻¹)				
20	3,30aAB	3,20aB	3,20aB	3,40aA
40	3,30aA	2,90bC	3,10bB	3,10bB

Médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade. CF = cama de frango; DS = dejetos de suíno; EB = esterco bovino; LE = lodo de esgoto; 20 = representa 20% de matéria orgânica utilizado em cada tratamento; 40 = representa 40% de matéria orgânica utilizado em cada tratamento.

Para K, quando comparado PMO dentro de cada MO, verificou-se diferença significativa para CF, DS, EB e LE (Tabela 3). Os maiores teores de K foliar encontrados foram para DS e LE e, conseqüentemente CF e EB obtiveram os menores teores. Quando analisado MO dentro de cada PMO, com a adição de 20% de matéria orgânica ao solo, os maiores teores de K encontrados foram para EB e os menores para DS. Já com a PMO de 40% verificaram-se os maiores teores de K no tecido foliar nas plantas cultivadas com CF e EB e os menores teores encontrados foram para plantas cultivadas com a adição de LE no solo.

Houve significância entre proporções para CF, EB e LE quando comparado PMO dentro de cada MO (Tabela 3). Os maiores teores de Ca encontrados nas folhas foram para as proporções de 20% de matéria orgânica adicionada ao solo. Quando comparadas as MO dentro de cada PMO, verifica-se que para PMO de 20% as plantas cultivadas com LE obtiveram maiores quantidades de Ca em suas folhas, e os menores teores foram encontrados nas plantas cultivadas com a adição de CF. Com a adição da proporção de 40% de matéria orgânica, os maiores teores de Ca nas folhas foram encontrados nas plantas cultivadas com a adição de DS ao solo e os menores teores para MO de CF.

Para Mg, quando analisado PMO dentro de cada MO, verifica-se interação nas proporções de matéria orgânica para todas MO analisadas, em que, a proporção de 20% de matéria orgânica adicionada ao solo resultou nos maiores valores de Mg em relação a proporção de 40%. Quando comparadas as MO dentro de cada PMO, verifica-se que com a proporção de 20%, as plantas com maiores teores de Mg foliar foram as cultivadas com CF em relação a todas as outras. Para PMO de 40% os maiores teores foram encontrados nas plantas cultivadas com a MO de DS e os menores teores foram encontrados com o cultivo através de LE.

Para S, não se verificou diferença significativa apenas para CF, quando comparado PMO dentro de cada MO. Para DS, EB e LE os maiores teores de S nas folhas foram quando adicionado 20% de matéria orgânica ao solo. Quando comparado MO dentro de cada PMO, com a PMO de 20%, verificou-se que as plantas cultivadas com LE possuíam teor de S superior a todas outras MO. Já para PMO de 40%, o maior teor de enxofre foi para plantas cultivadas com CF e os menores para as cultivadas com DS.

Avaliando os efeitos da associação do lodo de curtume “in natura” e compostado, com fosfato natural sobre componentes de produção de milho, alteração da fertilidade do solo e acúmulo de cromo no solo, Araújo et al. (2008), verificaram maiores teores N, P, K, Ca, Mg e S para os tratamentos que continham lodo de esgoto. Para a proporção de 20% de matéria orgânica utilizada no solo, no geral, os maiores teores destes elementos foram encontrados no tecido foliar das plantas cultivadas com LE e CF. Já para a PMO de 40%, no geral, os maiores teores dos macronutrientes analisados foram encontrados para plantas cultivadas com CF e DS.

Para N, encontrou-se o maior teor de 53,40 g kg⁻¹ para LE com PMO de 40% e o menor valor 40,13 g kg⁻¹, foi para DS com PMO de 20%.

Analisando quanto ao solo, para P, encontrou-se o maior teor de $6,50 \text{ g kg}^{-1}$ para DS com PMO de 20% e o menor valor $5,00 \text{ g kg}^{-1}$, foi para LE com PMO de 40%. No solo, os resultados dos teores de P para DS 20% e LE 40% são de $33,40$ e $20,79 \text{ mg dm}^{-3}$, respectivamente.

Para K, encontrou-se o maior teor de $48,30 \text{ g kg}^{-1}$ para EB com PMO de 40% e o menor valor $32,50 \text{ g kg}^{-1}$, foi para LE com PMO de 40%. No solo, os resultados dos teores de K para EB 40% e LE 40% são de $652,0$ e $119,0 \text{ mg dm}^{-3}$, respectivamente.

Para Ca, encontrou-se o maior teor de $10,60 \text{ g kg}^{-1}$ para LE com PMO de 20% e o menor valor $2,90 \text{ g kg}^{-1}$, foi para CF com PMO de 40%. No solo, os resultados dos teores de Ca para LE 20% e CF 40% são de $3,20$ e $1,44 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente.

Para Mg, encontrou-se o maior teor de $5,10 \text{ g kg}^{-1}$ para DS e LE com PMO de 20% e o menor valor $2,90 \text{ g kg}^{-1}$, foi para LE com PMO de 40%. No solo, os resultados dos teores de Mg para DS e LE 20% e LE 40% são de $1,14$, $0,94$ e $0,83 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente.

Para S, encontrou-se o maior teor de $3,40 \text{ g kg}^{-1}$ para LE com PMO de 20% e o menor valor $2,90 \text{ g kg}^{-1}$, foi para DS com PMO de 40% (Tabela 3). No solo, os resultados dos teores de S para LE 20% e DS 40% são de $101,2$ e $116,8 \text{ mg dm}^{-3}$, respectivamente.

Para os micronutrientes analisados, ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu), zinco (Zn) e boro (B) houve significância para as fontes de variação matéria orgânica (MO), proporções de matéria orgânica (PMO) e para interação entre MO x PMO (Tabela 4).

Para Fe, quando analisado PMO dentro de cada MO, verifica-se significância entre todas as proporções de matéria orgânica analisadas, e, a proporção de 20% de matéria orgânica adicionada ao solo resultou nos maiores valores de Fe para as plantas cultivadas com CF e EB, em relação a proporção de 40% (Tabela 5). Quando comparadas as MO dentro de cada PMO, verifica-se que com a proporção de 20%, as plantas com maiores teores de Fe nas folhas foram as cultivadas com EB e os menores teores foram encontrados para plantas cultivadas com CF. Para PMO de 40% os maiores teores foram encontrados nas plantas cultivadas com DS e os menores teores foram encontrados com o cultivo através de CF.

Tabela 4. Resumo da ANAVA para avaliação de significância das fontes de variação em relação aos micronutrientes da análise foliar do milho

FV	GL	Quadrados Médios				
		Fe	Mn	Cu	Zn	B
MO	3	111356,87**	198755,01**	128,05**	5739,03**	1438,21**
PMO	1	18542,57**	26450,00**	16,68**	378,13**	19,22**
MO x PMO	3	34237,16**	26537,76**	88,18**	1289,58**	42,31**
Bloco	3	3673,25**	896,14**	6,68**	25,23**	4,94**
Resíduo	21	86,86	8,97	0,24	1,83	0,14
CV (%)		2,10	1,35	2,47	2,17	1,90

FV = fator de variação; GL = grau de liberdade; MO = matéria orgânica; PMO = proporção de matéria orgânica; MO x PMO = interação entre matéria orgânica e proporção de matéria orgânica; CV = coeficiente de variação.

A análise de PMO dentro de cada MO para Mn foi idêntico a do elemento Fe (Tabela 5). Já quando comparado MO dentro de cada PMO, tanto para as PMO de 20% quanto 40%, os teores de Mn foram superiores em plantas cultivadas com LE. Os menores teores foram encontrados nas plantas cultivadas com DS com a PMO de 20% e EB na PMO de 40%.

Para Cu, houve significância entre proporções para todas MO, quando comparado PMO dentro de cada MO. Os maiores teores de Cu encontrados nas folhas nas proporções de 20% de matéria orgânica adicionada ao solo foram, apenas, para as plantas cultivadas com CF. Quando comparadas as MO dentro de cada PMO, verifica-se que pra PMO de 20% as plantas cultivadas com CF obtiveram maiores quantidades de Cu em suas folhas, e os menores teores foram encontrados nas plantas cultivadas com a adição de DS. Com a adição da proporção de 40% de matéria orgânica, os maiores teores de Cu nas folhas foram encontrados nas plantas cultivadas com a adição de CF e LE e os menores para DS e EB.

Analisando Zn, verifica-se significância entre PMO para todas MO quando analisado PMO dentro de cada MO. Os maiores teores de Zn foram encontrados em plantas cultivadas com CF e DS na proporção de 20% de matéria orgânica adicionada ao solo. Quando analisado MO dentro de cada PMO, tanto para as PMO de 20% quanto 40%, os teores de Zn foram superiores em plantas cultivadas com LE e os menores teores foram encontrados nas plantas cultivadas com EB.

Tabela 5. Desdobramento da interação da matéria orgânica (MO) dentro de cada nível da proporção de matéria orgânica (PMO) e vice-versa para os micronutrientes da análise foliar do milho

PMO (%)	MO			
	CF	DS	EB	LE
Fe (mg kg ⁻¹)				
20	314,63aD	368,80bC	543,93aA	454,33bB
40	227,83bD	576,20aA	518,73bC	551,50aB
Mn (mg kg ⁻¹)				
20	311,80aB	98,70bD	109,80aC	483,50aA
40	108,10bC	173,20aB	80,70bD	411,80bA
Cu (mg kg ⁻¹)				
20	31,20aA	14,70bD	17,40bC	20,00bB
40	20,03bA	18,50aB	18,20aB	20,80aA
Zn (mg kg ⁻¹)				
20	63,90aC	67,40aB	27,20bD	77,40bA
40	53,40bB	53,10bB	38,50aC	118,40aA
B (mg kg ⁻¹)				
20	42,80aA	10,50bD	12,50aC	12,50bB
40	37,00bA	15,10aB	11,70bD	16,70aC

Médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade. CF = cama de frango; DS = dejetos de suíno; EB = esterco bovino; LE = lodo de esgoto; 20 = representa 20% de matéria orgânica utilizado em cada tratamento; 40 = representa 40% de matéria orgânica utilizado em cada tratamento.

Para B, quando analisado PMO dentro de cada MO, verifica-se significância entre todas as proporções de matéria orgânica analisadas, e, a proporção de 20% de matéria orgânica adicionada ao solo resultou nos maiores valores de B para as plantas cultivadas com CF e EB, em relação a proporção de 40% (Tabela 5). Quando comparado MO dentro de cada PMO, tanto para as PMO de 20% quanto 40%, os teores de B foram superiores em plantas cultivadas com CF. Os menores teores foram encontrados nas plantas cultivadas com DS com a PMO de 20% e EB na PMO de 40%.

Objetivando determinar teores e acúmulos de micronutrientes do milho, feijão-de-porco e guandu-anão, e dos consórcios da gramínea com as leguminosas, Teixeira et al. (2008), verificaram para o milho isolado os teores de Fe = 643,97 mg kg⁻¹, Mn = 101,93 mg kg⁻¹, Cu = 9,80 mg kg⁻¹, Zn = 98,13 mg kg⁻¹, B = 11,70 mg kg⁻¹. Analisando

com os resultados deste trabalho, verifica-se que para Fe o maior valor encontrado foi de 576 mg kg⁻¹ para DS na PMO de 40% e o menor valor encontrado foi de 227,83 mg kg⁻¹ para CF também para PMO de 40% (Tabela 5). Verifica-se então, valor abaixo do observado por Teixeira et al. (2008). No solo, os resultados dos teores de Fe para DS 40% e CF 40% são de 12,07 e 8,66 mg dm⁻³, respectivamente.

Quanto ao Mn, encontrou-se o maior teor de 483 mg kg⁻¹ para LE com PMO de 20% e o menor valor, 80,70 mg kg⁻¹, foi para EB com PMO de 40%. O maior valor encontrado está bem acima do verificado por Teixeira et al. (2008). No solo, os resultados dos teores de Mn para LE 20% e EB 40% são de 96,20 e 110,07 mg dm⁻³, respectivamente.

Quanto ao Cu, encontrou-se para o trabalho em estudo o maior teor de 31,20 mg kg⁻¹ para CF com PMO de 20% e o menor valor 14,70 mg kg⁻¹, foi para DS também com PMO de 20%. Ambos os valores estão acima do encontrado por Teixeira et al. (2008). No solo, os resultados dos teores de Cu para CF 20% e DS 20% são de 8,17 e 5,59 mg dm⁻³, respectivamente.

Analisando Zn, o maior teor encontrado para o trabalho em estudo foi de 118,40 mg kg⁻¹ para LE com a PMO de 40% e o menor valor encontrado foi de 27,20 mg kg⁻¹ para EB com a PMO de 20% (Tabela 5). O menor valor encontrado está bem abaixo do verificado por Teixeira et al. (2008). No solo, os resultados dos teores de Zn para LE 40% e EB 20% são de 21,01 e 5,75 mg dm⁻³, respectivamente.

Quanto ao B, encontrou-se para o trabalho em estudo o maior teor de 42,80 mg kg⁻¹ para CF com PMO de 20% e o menor valor 11,70 mg kg⁻¹, foi para EB com PMO de 40% (Tabela 5). O menor valor é idêntico ao encontrado por Teixeira et al. (2008). No solo, os resultados dos teores de B para CF 20% e EB 40% são de 1,94 e 0,31 mg dm⁻³, respectivamente.

4.4 Conclusões

Todos os teores de macro e micronutrientes da análises foliar e os variáveis biométricos da panícula do milho foram influenciadas tanto pelos diferentes tipos de matérias orgânicas como para as proporções adicionadas ao solo seja como forma isolada seja como interação entre matéria orgânica com proporções de matéria orgânica e vice-versa.

Para os macronutrientes, plantas cultivadas com cama de frango e dejetos de

suíno obtiveram os melhores resultados, já para os micronutrientes, os maiores teores encontrados no tecido foliar do milho foram para as plantas cultivadas com lodo de esgoto.

Também, para todos os teores de macro e micronutrientes e para biometria das panículas avaliadas verificou-se maior viabilidade da semeadura do milho com a proporção de 20% de matéria orgânica adicionada o solo.

4.5. Agradecimentos

Ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), a Fundação de Amparo à Pesquisa de Goiás (FAPEG) e ao Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, pelo apoio financeiro e estrutural.

4.6. Referências bibliográficas

ALCÂNTARA, F.A. DE; MADEIRA, N.R. *Manejo do solo no sistema de produção orgânico de hortaliças*. Brasília: Embrapa, 2008. 12 p.

ARAÚJO, F.F. de; TIRITAN, C.S.; PEREIRA, H.M.; CAETANO JÚNIOR, O. Desenvolvimento do milho e fertilidade do solo após aplicação de lodo de curtume e fosforita. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, n.5, p.507–511, 2008

BERGAMASCHINE, A.F.; FREITAS, R.V.L.; VALÉRIO FILHO, W.V.; BASTOS, J.F.P.; MELLO, S.Q.S.; CAMPOS, Z.R. Substituição do milho e farelo de algodão pelo milho no concentrado da dieta de novilhos em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, São Paulo, v.40, n.1, p.154-159, 2011.

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

CRUSCIOL, C.A.C.; MATEUS, G.P.; PARIZ, C.M.; BORGHI, E.; COSTA, C.; SILVEIRA, J.P.F. da. Nutrição e produtividade de híbridos de sorgo granífero de ciclos contrastantes consorciados com capim-marandu. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v.46, n.10, p.1234-1240, 2011.

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

FONTANELI, R.S.; FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. dos. Gramíneas forrageiras anuais de verão. In: FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. DOS; FONTANELI, R.S. (Orgs). *Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira*. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2012. 544 p.

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

KIEHL, E.J. *Fertilizantes orgânicos*. Piracicaba: Editora Agronômica “Ceres” Ltda, 1985. 492 p.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; MURAOKA, T.; CARMO, C.A.F.S. do. MELO, W.J. de. Análise química de tecido vegetal. In: SILVA, F.C. de. (Ed. Técnico). *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. 2ª ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 191-233.

MURAKAMI, A.E.; SOUZA, L.M.G DE; MASSUDA, E.M.; ALVES, F.V.; GUERRA, R.H.; GARCIA, A.F.Q. Avaliação econômica e desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de milho em substituição ao milho. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, v. 31, n. 1, p. 31-37, 2009.

NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. *Fertilidade do Solo*. 1 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.1-1017.

SANTOS, A. F. dos; MENEZES, R. S. C.; FRAGA, V. S.; PÉREZ-MARIN, A. M. Efeito residual da adubação orgânica sobre a produtividade de milho em sistema agroflorestal. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.12, p.1267–1272, 2010.

SILVA, F.C. da; ABREU, M.F. de; PÉREZ, D.V.; EIRA, P.A. da; ABREU, C.A. de; VAN RAIJ, B.; GIANELLO, C.; COELHO, A.M.; QUAGGIO, J.A.; TEDESCO, M.J.; SILVA, C.A.; BARRETO, W.O. Métodos de análises químicas para avaliação da fertilidade do solo. In: SILVA, F.C. de. (Ed. Técnico). *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. 2^a ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 107-189.

TEIXEIRA, C.M.; CARVALHO, G.J. de; ANDRADE, M.J.B. de; FURTINI NETO, A.E. Fitomassa, teor e acúmulo de micronutrientes do milho, feijão-de porco e guandu-anão, em cultivo solteiro e consorciado. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 30, n. 4, p. 533-538, 2008.

5. CONCLUSÃO GERAL

- Todas as fontes e proporções de matéria orgânica influenciaram nas características de crescimento e desenvolvimento do milho.

- Analisando de forma geral, para as análises biométricas, macro e micronutrientes e biometria de panículas a matéria orgânica que obteve melhor êxito foi a de esterco bovino e o pior desempenho foi para a cama de frango.

- Os resultados apontaram que se deve cultivar o milho com a proporção de 20% de matéria orgânica no solo.