

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

ADUBAÇÃO MINERAL E ORGÂNICA NO CULTIVO DO
MILHO

Autora: Lays Borges dos Santos Cabral
Orientador: Prof. Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares
Co-orientador: Dr. Marconi Batista Teixeira

RIO VERDE - GO
Agosto - 2017

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

ADUBAÇÃO MINERAL E ORGÂNICA NO CULTIVO DO MILHO

Autora: Lays Borges dos Santos Cabral
Orientador: Prof. Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares
Co-orientador: Dr. Marconi Batista Teixeira

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRA 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
Agosto - 2017

**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**

**CULTIVO DO MILHO UTILIZANDO LODO DE
ESGOTO COMO ADUBAÇÃO**

**Autora: Lays Borges dos Santos Cabral
Orientador: Frederico Antônio Loureiro Soares**

**TITULAÇÃO: Mestre em Ciências Agrárias-Agronomia - Área de
Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado**

APROVADA em, 31 de agosto de 2017.

**Prof. Dr. Antônio Evami Cavalcante Sousa
Avaliador externo
IF Goiano – Campus Ceres**

**Prof. Dr. Cícero Teixeira Silva Costa
Avaliador externo
IFMS – Campus Naviraí**

**Dr. Wilker Alves Morais
Avaliador interno
IF Goiano – Campus Rio Verde**

**Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira
Avaliador interno
IF Goiano – Campus Rio Verde**

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

Aos pais Murilo Antônio e Alcirei Alves;

Ao irmão Guilherme Cabral.

OFEREÇO

A filha Helena Cabral Gondim

Ao esposo Gustavo Vieira Gondim

Ao avô João Braz dos Santos

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus.

À BRF S/A, pela parceria e contribuição através das informações, dados e disponibilidade de materiais essenciais no andamento deste trabalho.

À minha filha Helena, que me inspira e me dá forças para continuar e nunca desistir, aos meus pais, meu esposo e amigos, pelo incentivo e apoio dado ao longo do percurso.

Ao professor e orientador Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares, por ter acreditado no meu potencial e ter dedicado seu tempo na minha orientação. Aproveito para agradecer ao professor e co-orientador Dr. Marconi Batista Teixeira pelos ensinamentos, bondade e generosidade sempre que precisei esteve à minha disposição.

Aos colegas de pós-graduação, especialmente aos colegas, hoje professores em outros institutos, Antônio Evami e Cícero Teixeira, aos pós doutorandos Edson Cabral e José Joaquim e a equipe de laboratório Ranayane, Daniely, Laura, Carol, Rhayane, Fernando, Cláudio e Giovani, pois no momento que eu mais precisei acreditaram no projeto e se dispuseram ajudar do começo ao fim.

Gostaria de agradecer em especial ao colega Wilker Alves Morais que esteve ao meu lado, dando força, nos momentos mais difíceis dessa jornada.

Finalmente, 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 Mestrado, ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde e o Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia pela oportunidade do Mestrado.

Muito obrigada.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Lays Borges dos Santos Cabral, nascida em Rio Verde – GO no dia 17 de abril de 1989. Concluiu o ensino fundamental na Escola Pássaro Azul e o ensino médio no Colégio Objetivo, ambas em Rio Verde – GO. 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. Em 2015, 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”.

ÍNDICE

	Página
AGRADECIMENTOS	iii
BIOGRAFIA DO AUTOR	iv
ÍNDICE.....	v
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES.....	viii
RESUMO.....	x
Abstract.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Referências bibliográficas	4
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.....	22
3.5. Agradecimentos.....	22
3.6. Referências bibliográficas	22
4. CONCLUSÃO GERAL.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise mineral com os resultados de macro e micronutrientes do solo e do lodo de esgoto para o cultivo do milho.....	10
Tabela 2. Resumo da ANAVA para diâmetro de colmo do milho submetido a diferentes tipos de adubação aos 25, 50, 75 e 100 dias após semeadura (DAS) e contraste dos tipos de adubação com o tratamento controle	12
Tabela 3. Resumo da ANAVA para altura de planta do milho submetido a diferentes tipos de adubação aos 25, 50, 75 e 100 dias após semeadura (DAS) e contraste dos tipos de adubação com o tratamento controle	14
Tabela 4. Médias de altura de planta do milho submetido a diferentes tipos de adubação aos 50, 75 e 100 dias após semeadura (DAS).....	15
Tabela 5. Resumo da ANAVA para número de folhas do milho submetido a diferentes tipos de adubação aos 25, 50, 75 e 100 dias após semeadura (DAS) e contraste dos tipos de adubação com o tratamento controle	16
Tabela 6. Resumo da ANAVA para área foliar do milho submetido a diferentes tipos de adubação aos 25, 50, 75 e 100 dias após semeadura (DAS) e contraste dos tipos de adubação com o tratamento controle	17
Tabela 7. Resumo da ANAVA para diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CE) e produção (Prod) do milho submetido a diferentes tipos de adubação e contraste dos tipos de adubação com o tratamento controle.....	19

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diâmetro de colmo do milho aos 50 dias após semeadura (DAS) em função da dose de adubação	12
Figura 2. Desdobramento da dose dentro de cada tipo de adubação (A) e cada tipo de adubação dentro de cada dose (B) para diâmetro de colmo do milho aos 25 dias após semeadura (DAS)	13
Figura 3. Altura de planta do milho aos 100 dias após semeadura (DAS) em função da dose de adubação	14
Figura 4. Desdobramento da dose dentro de cada tipo de adubação (A) e cada tipo de adubação dentro de cada dose (B) para de altura de planta aos 25 dias após semeadura (DAS)	16
Figura 5. Número de folhas do milho aos 25 dias após semeadura (DAS) em função da dose de adubação	17
Figura 6. Área foliar do milho aos 25 dias após semeadura (DAS) em função da dose de adubação	18
Figura 7. Desdobramento da dose dentro de cada tipo de adubação (A) e cada tipo de adubação dentro de cada dose (B) para área foliar do milho aos 50 dias após semeadura (DAS)	19
Figura 8. Desdobramento da dose dentro de cada tipo de adubação (A) e cada tipo de adubação dentro de cada dose (B) para diâmetro de espiga do milho.....	20
Figura 9. Desdobramento da dose dentro de cada tipo de adubação (A) e cada tipo de adubação dentro de cada dose (B) para comprimento de espiga do milho.....	21
Figura 10. Desdobramento da dose dentro de cada tipo de adubação (A) e cada tipo de adubação dentro de cada dose (B) para produção do milho	22

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
AM	Adubação mineral	
AO	Adubação orgânica	
AOM	Adubação orgânica + mineral	
AP	Altura de planta	M
B	Boro	mg dm ⁻³
Ca	Cálcio	cmol _c kg ⁻¹
CE	Comprimento de espiga	
Cm	Centímetros	
cm ²	Centímetro quadrado	
cmol _c kg ⁻¹	Centimol carga por quilograma	
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
DE	Diâmetro de espiga	
Fe	Ferro	mg dm ⁻³
G	Gramas	

K	Potássio	mg dm ⁻³
Kg	Quilograma	
LE	Lodo de esgoto	
Mg	Magnésio	cmol _c kg ⁻¹
Mm	Milímetros	
Mn	Manganês	mg dm ⁻³
Na	Sódio	mg dm ⁻³
NF	Número de folhas	
Prod.	Produção	
P	Fósforo	mg dm ⁻³
Ph	Potencial de hidrogeniônico	
S	Enxofre	mg dm ⁻³
T	Toneladas	
Zn	Zinco	mg dm ⁻³

RESUMO

CABRAL, LAYS BORGES DOS SANTOS. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, agosto de 2017. **Adubação mineral e orgânica no cultivo do milho**, Orientador: Prof. Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares. Co-orientador: Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira.

A utilização da matéria orgânica proporciona ao solo características químicas, físicas e biológicas passíveis de fornecer à planta condições necessárias para um crescimento e desenvolvimento adequado buscando maior produção por planta. Objetivou-se avaliar as variáveis biométricas e produção do milho submetido as diferentes doses e combinações de adubação orgânica e mineral. O delineamento experimental adotado foi o de bloco ao acaso em esquema fatorial $(3 \times 5) + 1$ (controle), sendo 16 tratamentos com três repetições compondo um experimento com 48 unidades experimentais. Os tratamentos foram compostos de três tipos de adubação (adubação mineral, adubação orgânica e adubação orgânica + mineral) e cinco doses de aplicação (20, 60, 100, 140 e 180% do recomendado para adubação de acordo com a análise do solo). O experimento teve uma parcela controle sem aplicação dos tratamentos para posterior comparação. Aos 25, 50, 75 e 100 dias após a semeadura foram realizadas as análises biométricas de altura de planta, área foliar, diâmetro de colmo, número de folhas. Na colheita do milho, foram avaliadas o comprimento das espigas de milho, o diâmetro das espigas, o número de fileira de grãos por espiga e produção. A dose mais adequada para o cultivo do milho para produção é a de 100%. Quanto as variáveis biométricas a dose mais adequada é a de 140%. A combinação de adubação orgânica com adubação mineral foi satisfatória

tanto no quesito biométrico quanto na produção, que permite que possa ser utilizada para o cultivo do milho.

PALAVRAS-CHAVES: *Zea mays* L., lodo de esgoto, variáveis biométricas, produção.

ABSTRACT

CABRAL, LAYS BORGES DOS SANTOS. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, August, 2017. **Mineral and organic fertilization in maize cultivation**, Advisor: Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares. Co-advisor: Dr. Marconi Batista Teixeira.

The use of organic matter provides the soil with chemical, physical and biological characteristics that can give to the plant with the necessary conditions for adequate growth and development, seeking greater production per plant. The objective of this study was to evaluate the biometric variables and the production of maize submitted to different doses and combinations of organic and mineral fertilization. The experimental design was a randomized block design in a factorial scheme (3 x 5) + 1 (control), 16 treatments with three replicates composing an experiment with 48 experimental units. The treatments were composed of three types of fertilization (mineral fertilization, organic fertilization and organic fertilization + mineral) and five application rates (20, 60, 100, 140 and 180% of the recommended fertilization according to soil analysis). The experiment had a control plot without application of the treatments. At 25, 50, 75 and 100 days after sowing, biometric analyzes of plant height, leaf area, stalk diameter and number of leaves were performed. In the corn harvest, the corn ears length, diameter, the number of row of grains per spike and production were evaluated. The most adequate dose for the cultivation of corn for production is 100%, while for biometric variables the most adequate dose is 140%. The combination of organic fertilization with mineral fertilization proved to be satisfactory both in the biometric and in the production, showing that this combination can be used for maize cultivation.

KEY WORDS: *Zea mays* L., sewage sludge, biometric variables, production.

1. INTRODUÇÃO

A partir de 1970, o Brasil vivenciou aumento no setor agroindustrial, especialmente no processamento de café, soja, laranja e cana-de-açúcar e, também, criação de animais e principais produtos da época. A agroindústria, que corresponde à fusão entre a produção agropecuária e industrial, possui interdependência com relação a diversos ramos da indústria, necessitando de embalagens, insumos agrícolas, irrigação, máquinas e implementos. O agronegócio ocupa lugar de destaque na economia mundial, principalmente nos países em desenvolvimento, garantindo o sustento de indivíduos e contribuindo para o crescimento da exportação e do país (LOURENÇO, 2008).

Devido a este grande crescimento das agroindústrias, conseqüentemente tem-se o aumento da geração de resíduos das atividades industriais, dentre estes resíduos têm-se as águas residuárias.

São consideradas águas residuárias todas que tenham origem no pós-uso nas mais diversas atividades, sejam industriais ou domésticas, e que tenham como destino final os tanques sépticos, reatores de digestão aeróbia e/ou anaeróbia, lagoas de estabilização, como, também, estações especializadas no tratamento de esgotos (BATISTA et al., 2014).

O funcionamento de uma Estação de Tratamento de Efluente (ETE) compreende basicamente as etapas gradeamento, peneiramento, floculação, processos biológicos e remoção dos sólidos. Nesta última etapa, os sólidos (lodo) excedentes que ficam suspensos são descartados, para que seja mantido o equilíbrio do sistema, o lodo excedente é destinado para a seção de tratamento de lodo, para um tratamento complementar que pode ser por secagem, adensamento ou espessamento, entre outras formas de tratamento (ABNT, 2011).

Os resíduos provenientes de estações de tratamento de efluentes exigem elevados custos para sua destinação final e ainda comprometem o tempo de vida útil de aterros urbanos e industriais sejam eles controlados ou não.

As alternativas mais usadas para o aproveitamento ou disposição final do lodo de esgoto são: disposição em aterro sanitário (aterro exclusivo e co-disposição com resíduos sólidos urbanos); reuso industrial (produção de agregado leve, fabricação de tijolos e cerâmica e produção de cimento); incineração (incineração exclusiva e co-incineração com resíduos sólidos urbanos); conversão em óleo combustível; recuperação de solos (recuperação de áreas degradadas e de mineração); “landfarming” e uso agrícola e florestal (aplicação direta no solo, compostagem, fertilizante e solo sintético). Entre as diversas alternativas existentes para a disposição final do lodo de esgoto, aquela para fins agrícola e florestal apresenta-se como uma das mais convenientes, pois, como o lodo é rico em matéria orgânica e em macro e micronutrientes para as plantas, sua aplicação é recomendada como condicionador de solo e/ou fertilizante (BETTIOL & CAMARGO, 2006).

Essa aplicação do lodo de esgoto na agricultura já vem sendo adotada em muitos países e reflete uma ideia muito promissora. Essa forma de disposição do lodo de esgoto é uma alternativa ambientalmente correta e com baixo custo que vem sendo realizado por outros países há muito tempo num sistema de reuso na agricultura. Desta forma, a aplicação do lodo de esgoto no solo apresenta-se como tendência mundial e constitui um mercado crescente. A geração de esgoto industrial tem sido cada vez maior, e estudos evidenciam o aumento da produtividade de diferentes culturas em que foram aplicados esses resíduos, tendo aproveitamento agrícola desses materiais como fonte de matéria orgânica e nutrientes para as plantas (TRANNIN et al., 2008).

Por serem ricos em matéria orgânica e nutrientes, os biossólidos apresentam grande potencial de uso como fertilizantes e condicionadores do solo e, quando atendem aos requisitos necessários quanto à concentração de metais pesados e patógenos, podem substituir parcial ou totalmente os fertilizantes minerais. Os efluentes também favorecem a formação de agregados, facilitando a vida microbiana e penetração das raízes, estabilizando a estrutura do solo e aumentando a capacidade de retenção da água (TRANNIN et al., 2008).

Concomitante com a adubação orgânica, a adubação mineral possui grande importância na agricultura brasileira pela baixa fertilidade dos solos (LOPES et al., 2007). Dentre os elementos mais importantes, o nitrogênio, fósforo e potássio são os

mais exigentes na agricultura. Normalmente o nitrogênio é o nutriente mais exigido pelas culturas e aliado ao seu baixo efeito residual ele se torna mais difícil de ser mantido no solo ao alcance das raízes. Para conseguir benefícios então se faz necessário adubação mais precisa e mais pesada para a obtenção dos resultados (FARINELLI & LEMOS, 2010; OKUMURA et al., 2011). O fósforo é um elemento pouco exigido pelas plantas, porém, no Brasil ele é aplicado em quantidades maiores por causa da baixa disponibilidade nos solos e pela reação desencadeada por esse elemento com outro fosfatado para formar compostos de baixa fertilidade em processo chamado de fixação do fósforo (LANA et al., 2014; ROTTA., 2012). Absorvido pelas plantas em grandes quantidades, o potássio é importante para que os vegetais se tornem mais resistentes a doenças e ataques de insetos. Além disso, esse nutriente também é muito importante para os vegetais porque muitas vezes ele está associado a resistência a condições adversas, como baixa disponibilidade de água e altas temperaturas. Outra característica importante é que plantas com adubações potássicas tendem a ter seus produtos colhidos com melhor qualidade, já que o potássio é conhecido como o “nutriente da qualidade” (FOLONI et al., 2013; SERAFIM et al., 2012).

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie que pertence à família Gramineae/Poaceae (MAGALHÃES et al., 2002). Cultivado, geralmente, em dois períodos anuais no Brasil, a primeira safra (safra de verão) e a segunda safra (safrinha), o milho é uma das culturas de maior importância para economia brasileira pela sua grande produção, que é consequência de seus mais diversos usos, seja humano ou animal (CONAB, 2017).

Pelos seres humanos o milho pode ser consumido quando os grãos estão em estado leitoso, ou “verde”, os grãos secos não podem ser consumidos diretamente pelos seres humanos. Quando secos, os grãos de milho devem passar por processo de moagem que resulta em subprodutos como a farinha de milho, o fubá, a quirera, farelos, óleo e farinha integral desengordurada. O processamento industrial do milho rende, em média, 5% do seu peso na forma de óleo. Através do processo de moagem úmida, o principal subproduto obtido é o amido. Quanto ao uso por animais, a cadeia produtiva do milho insere na produção do leite, de ovos e da carne bovina, suína e de aves, sendo esse o canal pelo qual os estímulos do mercado são transmitidos aos agricultores. As principais atividades inseridas para o consumo animal para o milho são a produção de silagem, para alimentação de vacas em produção de leite e, mais recentemente, de gado confinado para engorda no período de inverno; a industrialização do grão de milho em

ração e; o emprego do grão em mistura com concentrados proteicos, para a alimentação de suínos e de aves (CRUZ, 2008).

1.1. Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 12.209*: Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2011. 12 p.

BATISTA, R.O.; MARTINEZ, M.A.; PAIVA, H.N. de; BATISTA, R.O.; CECON, P.R. O Efeito da água residuária da suinocultura no desenvolvimento e qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla*. *Ciência Florestal*, v. 24, n. 1, p. 127-135, 2014.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. de. *Lodo de esgoto: impactos ambientais na agricultura*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 349 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). *Acompanhamento da safra brasileira de grãos*. v.4., Brasília: CONAB, 2017, p. 1-115. (Safra 2016/17 - nono levantamento). Acesso em: 10 de julho de 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_06_08_09_02_48_boletim_graos_junho_2017.pdf>.

CRUZ, J.C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M.A.R.; MAGALHÃES, P.C. *A cultura do milho*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 517 p.

FARINELLI, R.; LEMOS, L.B. Produtividade e eficiência agrônômica do milho em função da adubação nitrogenada e manejos do solo. *Revista Brasileira de milho e sorgo*. v.9, n.2, p.135-146, 2010.

FOLONI, J.S.S.; CORTE, A.J.; CORTE, J.R.N.; CORTE, J.R.N.; ECHER, F.R.; TIRITAN, C.S.; Adubação de cobertura na batata-doce com doses combinadas de nitrogênio e potássio. *Revista Ciências Agrárias*, Londrina, v. 34, n. 1, p. 117-126, 2013.

LANA, M.C.; RAMPIM, L.; VARGAS, G. Adubação fosfatada no milho com fertilizante organomineral em latossolo vermelho eutroférico. *Global Science and Technology*. v. 07, n. 01, p. 26–36, 2014.

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.

LOURENÇO, J.C. A evolução do agronegócio brasileiro no cenário atual. *Comunidade ADM*, p. 1-7, 2008.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; CARNEIRO, N.P.; PAIVA, E. *Fisiologia do Milho*. Brasília: EMBRAPA, 2002. 23p.

OKUMURA, R.S.; Use of nitrogen fertilizer In maize: a review. *Pesquisa aplicada & agrotecnologia*, p. 226-244, 2011.

ROTTA, L.R. *Fracionamento e disponibilidade de fósforo em uma cronosequência de cultivos sob plantio direto*. 2012. 81f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) apresentada Universidade Federal de Goiás – UFG. Jataí, 2012.

SERAFIM, M.E.; ONO, F.B.; ZEVIANI, W.M.; NOVELINO, J.O.; SILVA, J.V. Umidade do solo e doses de potássio na cultura da soja. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, n. 2, p. 222-227, 2012.

TRANNIN, I.C.B.; SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S. Atributos químicos e físicos de um solo tratado com bio-sólido industrial e cultivado com milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, p.223-230, 2008.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar as variáveis biométricas e a produção do milho submetido a diferentes doses e tipos de adubação orgânica e mineral.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar a melhor dose de adubação para cultura do milho;
- Determinar o melhor tipo de adubação (adubação mineral, adubação orgânica e adubação mineral + orgânica) para cultura do milho;

3. CAPÍTULO I

DESEMPENHO AGRONÔMICO DO MILHO SUBMETIDO À ADUBAÇÃO MINERAL E ORGÂNICA

Resumo: A utilização da matéria orgânica proporciona ao solo características químicas, físicas e biológicas passíveis de proporcionar a planta condições necessárias para um crescimento e desenvolvimento adequados buscando maior produção por planta. Objetivou-se avaliar as variáveis biométricas e produção do milho submetido a diferentes doses e tipos de adubação orgânica e mineral. O delineamento experimental adotado foi o de bloco ao acaso em esquema fatorial (3 x 5) + 1 (controle), sendo 16 tratamentos com três repetições compondo um experimento com 48 unidades experimentais. Os tratamentos foram compostos da combinação (adubação mineral, adubação orgânica e adubação orgânica + mineral) com cinco doses de aplicação (20, 60, 100, 140 e 180% do recomendado para adubação de acordo com a análise do solo). O experimento teve uma parcela controle sem aplicação dos tratamentos para posterior comparação. Aos 25, 50, 75 e 100 dias após a semeadura foram realizadas as análises biométricas de altura de planta, área foliar, diâmetro de colmo, número de folhas. Na colheita do milho, foram avaliadas o comprimento das espigas de milho, o diâmetro das espigas, o número de fileira de grãos por espiga e produção. A dose mais adequada para o cultivo do milho para produção é a de 100%. Quanto as variáveis biométricas a dose mais adequada é a de 140%. O tipo de adubação orgânica com adubação mineral se mostrou satisfatória tanto no quesito biométrico quanto na produção, que permite que possa ser utilizada para o cultivo do milho.

Palavras chaves: *Zea mays* L , lodo de esgoto, variáveis biométricas, produção.

AGRONOMIC PERFORMANCE OF CORN SUBMITTED TO OF MINERAL AND ORGANIC FERTILIZERS

The use of organic matter provides the soil with chemical, physical and biological characteristics that can give to the plant with the necessary conditions for adequate growth and development, seeking greater production per plant. The objective of this

study was to evaluate the biometric variables and the production of maize submitted to different doses and combinations of organic and mineral fertilization. The experimental design was a randomized block design in a factorial scheme (3 x 5) + 1 (control), 16 treatments with three replicates composing an experiment with 48 experimental units. The treatments were composed of three types of fertilization (mineral fertilization, organic fertilization and organic fertilization + mineral) and five application rates (20, 60, 100, 140 and 180% of the recommended fertilization according to soil analysis). The experiment had a control plot without application of the treatments. At 25, 50, 75 and 100 days after sowing, biometric analyzes of plant height, leaf area, stalk diameter and number of leaves were performed. In the corn harvest, the corn ears length, diameter, the number of row of grains per spike and production were evaluated. The most adequate dose for the cultivation of corn for production is 100%, while for biometric variables the most adequate dose is 140%. The combination of organic fertilization with mineral fertilization proved to be satisfactory both in the biometric and in the production, showing that this combination can be used for maize cultivation.

Key words: *Zea mays* L, sewage sludge, biometric variables, production.

3.1. Introdução

O agronegócio ocupa um lugar de destaque na economia brasileira, principalmente nos países em desenvolvimento, garantindo o sustento de indivíduos e contribuindo para o crescimento da exportação e do país (LOURENÇO, 2008).

O milho é uma das principais culturas no estado de Goiás, estima-se que em 2017 foram cultivadas quase 1,3 milhões de hectares desta cultura no período da safrinha, com produção de 7,6 milhões de toneladas (CONAB,2017).

A disponibilidade de nutrientes auxilia no crescimento e desenvolvimento do milho, tanto na sua anatomia, quanto outros processos do metabolismo da planta, sendo essencial durante o seu crescimento em quantidades nutricionais ideais para que possa se desenvolver adequadamente. Devido às exigências da cultura, é necessário que se faça a adubação de reposição mesmo que seja um sistema de plantio direto, para que assim a cultura alcance melhor produtividade, gerando ao produtor um custo elevado na produção (LOPES et al., 2007).

Os adubos minerais são atualmente as principais fontes de fertilizantes do solo, e

por serem produtos finitos e a exigência de grandes doses acabam gerando altos custos na produção agrícola, levando à procura de alternativas para diminuir esses efeitos negativos sobre a produção (LOPES et al., 2007), uma alternativa para minimizar esses problemas é a utilização de resíduos como adubos orgânicos, como o lodo proveniente da estação de tratamento de esgoto, por exemplo.

A utilização de lodo de esgoto na agricultura tem mostrado ser uma prática promissora pelas vantagens em fornecimento de nutrientes ao solo e auxílio no fornecimento de água, mostrando ser uma alternativa atrativa para sua destinação final (BETTIOL & CAMARGO, 2006).

O lodo de esgoto industrial é excelente alternativa para a substituição da adubação mineral, possui quantidades significativas de macronutrientes, como também melhora a capacidade de troca catiônica (CTC) do solo, além de que a disponibilidade dos macronutrientes no solo é maior para a planta do que a disponibilização por adubo mineral (FOLONI et al., 2013).

O setor agroindustrial na região de Rio Verde atualmente obtém altos custos para a correta destinação dos resíduos do lodo de esgoto, gerando altas despesas para as empresas na execução deste processo. A utilização destes resíduos na agricultura é uma alternativa viável e com menor custo de destinação para este setor, e tornaria uma solução de custo benefício tanto para o agricultor que receberá os resíduos quanto para a geradora que tem alto custo de destinação.

Uma das medidas de suma importância neste contexto considerando um equilíbrio entre produtividade e meio ambiente, além de promover o controle do lodo de esgoto que será aplicado, é considerar o comportamento da cultura após aplicação visando obter a melhor dose.

Objetivou-se avaliar as variáveis biométricas e a produção do milho submetido a diferentes doses e tipos de adubação orgânica e mineral.

3.2. Material e métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação no Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, no sudoeste de Goiás, localizada a 17°47'53'' de latitude Sul e 50°55'41'' de longitude Oeste, a 743 m de altitude, o solo utilizado foi caracterizado como Latossolo Vermelho distroférico (SANTOS, 2013).

O delineamento experimental adotado foi o de bloco ao acaso em esquema

fatorial (3 x 5) + 1 (controle), sendo 16 tratamentos com três repetições compondo um experimento com 48 unidades experimentais.

Os tratamentos foram compostos da combinação (adubação mineral, adubação orgânica (lodo de esgoto) e adubação orgânica + mineral) e cinco doses de aplicação (20, 60, 100, 140 e 180% da recomendada). A quantidade de adubo orgânico foi baseada conforme o teor de potássio, de acordo com análise mineral do lodo. A adubação mineral e orgânica foi baseada através da análise de solo. O experimento teve uma parcela controle sem aplicação dos tratamentos para posterior comparação.

Os vasos utilizados possuíam capacidade para 50 litros. O solo utilizado para o cultivo foi o solo predominante da região (Latosolo Vermelho distroférico). A análise mineral inicial dos solos após a adição dos tratamentos encontra-se nas Tabelas 1. A análise do solo foi realizada conforme Silva et al. (2009).

Tabela 1. Análise mineral com os resultados de macro e micronutrientes do solo e do lodo de esgoto para o cultivo do milho

Amostra	pH	P	S	K	Ca	Mg	H	CTC	V
Solo	CaCl ₂	----- mg dm ⁻³ -----			----- cmol _c dm ⁻³ -----				%
	5,64	8,6	25,8	66	4,2	1,4	3,6	9,6	61
LE	----- mg L ⁻¹ -----								
	-	203,11	348,25	88,24	312,38	12,01	-	-	-
Amostra	Na	Fe	Mn	Cu	Zn	B			
Solo	----- mg dm ⁻³ -----								
	5,0	18,0	29,0	2,8	1,5	0,7			
LE	----- mg L ⁻¹ -----								
	-	4.102,0	24,5	14,9	70,8	-			

LE = lodo de esgoto; Ca = cálcio; Mg = magnésio; K= potássio; S = enxofre; P = fósforo; H = hidrogênio; Ca = cálcio; Na = sódio; Fe = ferro; Mn = manganês; Cu = cobre; Zn = zinco; B = boro; CaCl₂ = cloreto de cálcio; pH = potencial hidrogeniônico; CTC = capacidade de troca catiônica; V = saturação de bases

Foram semeadas dez sementes de milho (AS1555PRO3) por vaso e com 15 dias após semeadura (DAS) foi feito desbaste deixando as três plantas mais desenvolvidas para realizar as mensurações das variáveis.

Aos 25, 50, 75 e 100 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 do pendão do milho.

Para 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 as medições foram realizadas com o auxílio de uma trena métrica. Assim, a área foliar foi obtida pela expressão: $AF = C \times L \times 0,75$ conforme Sangoi et al. (2011) para cultura do milho.

O DC foi mensurado próximo à 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.

Na colheita do milho foram avaliados o comprimento das espigas de milho (CE) com o auxílio de uma régua Trident Molegata 30 cm RM TR com escala 1:1. Também foi medido o diâmetro das espigas (DE), com auxílio de paquímetro digital eletrônico do tipo “bico fino” (Ponta Aguda) com resolução de 0,01 mm. Foram contabilizados também o número de fileira de grãos por espiga (NF) e produção (Prod.) através do peso total de grãos por planta.

Os dados obtidos 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% para adubação e regressão para as doses de adubo.

3.3 Resultados e discussões

Verifica-se, para diâmetro de colmo (DC), diferença estatística de 1% para interação entre adubação (A) x dose (D) aos 25 dias após a semeadura (DAS) (Tabela 2). Observou-se também diferença estatística de 5% aos 50 DAS.

Aos 25 DAS verifica-se também diferença significativa a 1% quando comparado os tratamentos de adubação mineral (AM), adubação orgânica + mineral (AOM) e adubação orgânica (AO) com o tratamento controle sem adubação (SA). Aos 50 e 100 DAS verifica-se diferença significativa a 5% quando comparado AOM com o tratamento SA. Ainda aos 100 DAS, observa-se diferença significativa de 1% quando comparado AM e AO com o tratamento controle SA (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da ANOVA para diâmetro de colmo do milho submetido a diferentes tipos de adubação aos 25, 50, 75 e 100 dias após semeadura (DAS) e contraste dos tipos de adubação com o tratamento controle

FV	GL	Diâmetro de colmo			
		25 DAS	50 DAS	75 DAS	100 DAS
Adubação (A)	2	4,85**	4,41ns	3,52ns	5,52ns
Dose (D)	4	7,46**	9,61*	2,48ns	5,98ns
A x D	8	1,94**	3,93ns	1,16ns	2,80ns
Bloco	2	1,89*	2,60ns	0,80ns	4,68ns
Resíduo	28	0,42	2,85	2,75	2,54
AM vs SA	1	13,76**	7,98ns	7,17ns	21,94**
AOM vs SA	1	5,91**	19,67*	3,17ns	18,55*
AO vs AS	1	3,89**	9,70ns	10,93ns	37,53**
CV (%)		6,26	6,66	6,54	6,26
		Médias			
AM		11,07b	24,98a	25,45a	25,23b
AOM		10,26b	26,00b	24,88a	25,00b
AO		9,97b	25,16a	25,85a	26,15b
AS		8,72a	23,19a	23,76a	22,27a

* e ** - significativo a 5 e 1% de probabilidade; ns – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. AM = adubação mineral; AOM = adubação orgânica + mineral; AO = adubação orgânica e SA = sem adubação.

Aos 50 DAS, estima-se que o maior DC foi encontrado na dose de 113% com um diâmetro de 25,70 mm (Figura 1). O excesso de adubação (acima de 113%) promoveu a queda do DC, já que causa fitotoxicação (NOVAIS et al., 2007). Em trabalho realizado com trigo, utilizando fertilizante lodo de esgoto, Chueiri et al. (2007), verificaram aumento no DC crescente para as doses de 0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 Mg ha⁻¹.

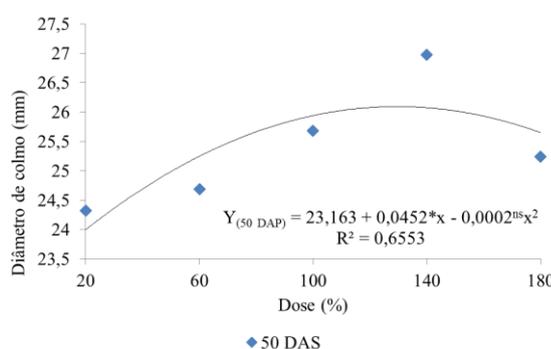


Figura 1. Diâmetro de colmo do milho aos 50 dias após semeadura (DAS) em função da dose de adubação

Aos 25 DAS, estima-se que o maior DC em plantas cultivadas com AOM, foi com a dose de 97% com um diâmetro de 10,9 mm (Figura 2 A). Já as plantas cultivadas com AM o maior DC foi encontrado na dose de 95%, com crescimento de 12,40 mm.

Novamente, esses resultados demonstram que o excesso de adubação provocou queda no DC das plantas de milho pela fitotoxicação (NOVAIS et al., 2007).

Ao comparar os tipos de adubação (AO, AOM, AM), verificou-se que nas doses de 20, 60 e 180% não houve diferença significativa (Figura 2B). Já para a dose de 100%, observou-se diferença significativa e os maiores DC foram encontrados em plantas cultivadas com AM em relação às cultivadas com AO e AOM. Novamente, na dose de 140%, verificou-se que plantas cultivadas com AM tiveram DC maiores em relação a AO e AOM e, plantas cultivadas com adubação AOM tiveram DC maiores que as cultivadas com AO.

Malafaia et al. (2015) utilizando vermicompostagem de lodo de esgoto com esterco bovino, verificaram aumento crescente para DC da cultura do milho para todos os tratamentos utilizados.

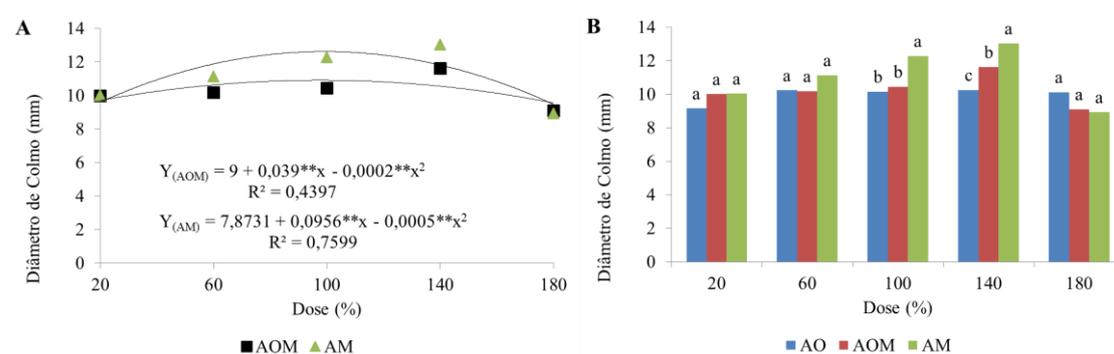


Figura 2. Desdobramento da dose dentro de cada tipo de adubação (A) e cada tipo de adubação dentro de cada dose (B) para diâmetro de colmo do milho aos 25 dias após semeadura (DAS)

Para altura de planta (AP), verifica-se aos 25 DAS diferença significativa de 1% na interação A x D (Tabela 3). Aos 50, 75 e 100 DAS, verifica-se diferença significativa de 1% para A.

Aos 25, 50, 75 e 100 DAS, observa-se diferença significativa de 1% entre o tratamento de AM comparado com o tratamento SA. Comparando AOM com o tratamento controle SA aos 25 DAS verifica-se diferença significativa de 5%. Aos 25 e 100 dias observa-se diferença significativa de 1% quando comparado AO com o tratamento SA, ainda nessa comparação, verifica-se diferença de 5% aos 75 DAS.

Tabela 3. Resumo da ANOVA para altura de planta do milho submetido a diferentes tipos de adubação aos 25, 50, 75 e 100 dias, após semeadura (DAS) e contraste dos tipos de adubação com o tratamento controle

FV	GL	Altura de planta			
		25 DAS	50 DAS	75 DAS	100 DAS
Adubação (A)	2	0,0006*	0,1032**	0,1344**	0,1171**
Dose (D)	4	0,0010**	0,0033ns	0,0472ns	0,0675*
A x D	8	0,0006**	0,0074ns	0,0238ns	0,0236ns
Bloco	2	0,0003ns	0,0638**	0,1374**	0,1289**
Resíduo	28	0,0001	0,0077	0,0197	0,0186
AM vs SA	1	0,0011*	0,056250*	0,1232*	0,1284*
AOM vs SA	1	0,0007*	0,000004ns	0,0056ns	0,0266ns
AO vs AS	1	0,0022**	0,000588ns	0,0980*	0,1886**
CV (%)		6,83	5,88	5,40	4,98
		Médias			
AM		0,18b	1,59b	2,66b	2,77b
AOM		0,18b	1,44a	2,49a	2,65a
AO		0,19b	1,45a	2,64b	2,82b
AS		0,16a	1,37a	2,44a	2,54a

* e ** - significativo a 5 e 1% de probabilidade; ns – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade nas colunas. AM = adubação mineral; AOM = adubação orgânica + mineral; AO = adubação orgânica e SA = sem adubação.

A AP aos 100 DAS, obteve-se comportamento linear crescente em relação ao aumento das doses. Segundo a equação de regressão, estimou-se aumento na AP de 0,05% a cada incremento unitário. Estima-se também que a cada aumento de nível tem-se o aumento de 0,99 m na AP (Figura 3). Chueiri et al. (2007), verificaram aumento crescente no AP para as doses de 0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 Mg ha⁻¹ de lodo de esgoto na cultura do trigo.

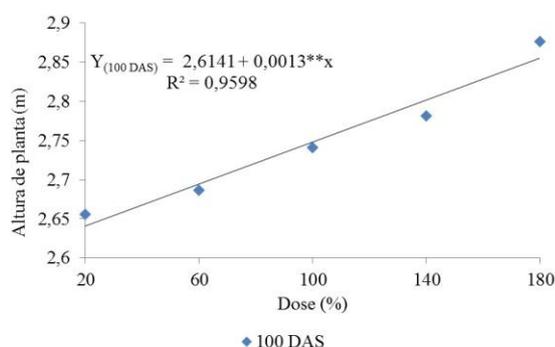


Figura 3. Altura de planta do milho aos 100 dias, após semeadura (DAS) em função da dose de adubação

Aos 50 DAS, as plantas de maiores alturas foram as cultivadas com AM. Na avaliação aos 75 DAS, as maiores plantas são as cultivadas com AO e AM. Aos 100 DAS, as maiores AP foram para as cultivadas com AO porém, não diferenciando estatisticamente da AM (Tabela 4).

Tabela 4. Médias de altura de planta do milho submetido aos diferentes tipos de adubação aos 50, 75 e 100 dias após semeadura (DAS)

Tipo de Adubação	Dias Após a Semeadura		
	50	75	100
Adubação Orgânica	1,45b	2,64a	2,82a
Adubação Orgânica e Mineral	1,44b	2,49b	2,65b
Adubação Mineral	1,59a	2,66a	2,77ab

* e ** - significativo a 5 e 1% de probabilidade; ns – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade nas colunas.

Aos 25 DAS, estima-se que a maior AP em plantas cultivadas com AO foi na dose de 120%, com altura de 0,21 m (Figura 4 A). Já as plantas cultivadas com AM, estima-se que as maiores AP foram para a dose de 70%, com altura de 0,19 m. Observou-se redução linear na AP em plantas cultivadas com AOM, e estima-se a redução de 0,09% a cada incremento unitário e a redução de 1,96 m, a cada aumento de nível.

Quando comparado entre tipos de adubação, não se verificou diferença significativa entre AO, AOM e AM nas doses 60, 100 e 180% (Figura 4 B). Já para dose de 20%, observou-se maiores alturas em plantas cultivadas com AOM em relação a AO e não diferenciando com a AM. Para plantas cultivadas com a dose de 140%, verificou-se as maiores AP na AO, em relação a AOM, não diferenciando com as cultivadas com AM.

Utilizando vermicompostagem com a mistura de lodo de esgoto com esterco bovino, Malafaia et al. (2015) verificaram aumento crescente na AP do milho em função do aumento das doses aplicadas.

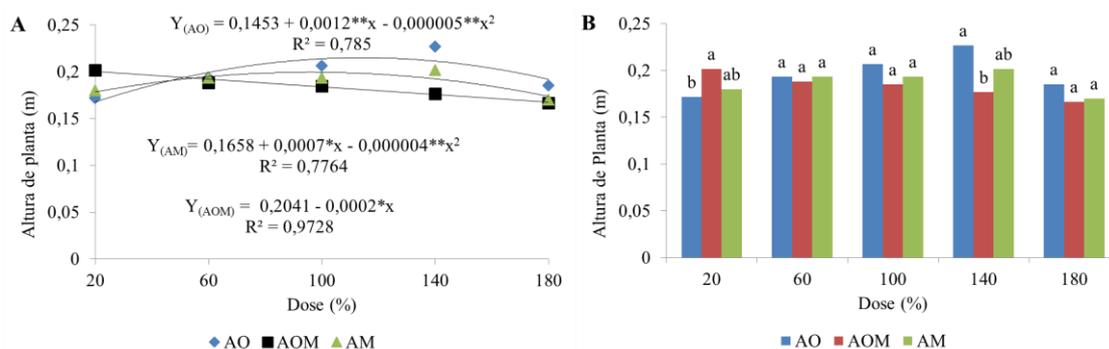


Figura 4. Desdobramento da dose dentro de cada tipo de adubação (A) e cada tipo de adubação dentro de cada dose (B) para de altura de planta aos 25 dias após semeadura (DAS)

Para número de folhas (NF), obteve-se diferença significativa de 5% aos 25 DAS para o tratamento dose. Aos 75 DAS verifica-se diferença significativa de 5% quando comparado AM e AO com o tratamento SA (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo da ANAVA para número de folhas do milho submetido aos diferentes tipos de adubação aos 25, 50, 75 e 100 dias após semeadura (DAS) e contraste dos tipos de adubação com o tratamento controle

FV	GL	Número de folhas			
		25 DAS	50 DAS	75 DAS	100 DAS
Adubação (A)	2	0,35ns	0,82ns	0,55ns	0,42ns
Dose (D)	4	0,91*	1,68ns	0,41ns	0,97ns
A x D	8	0,32ns	2,07ns	0,44ns	0,81ns
Bloco	2	1,15*	8,08ns	2,82ns	2,02*
Resíduo	28	0,29	3,08	1,32	0,59
AM vs SA	1	0,27ns	2,50ns	5,87*	1,11ns
AOM vs SA	1	0,90ns	0,71ns	3,60ns	0,27ns
AO vs AS	1	0,27ns	1,34ns	5,87*	0,54ns
CV (%)		7,71	15,85	7,97	5,86
		Médias			
AM		7,00a	11,33a	14,53b	13,33a
AOM		7,26a	10,86a	14,20a	13,00a
AO		7,00a	11,06a	14,53b	13,13a
AS		6,66a	10,33a	13,00a	12,66a

* e ** - significativo a 5 e 1% de probabilidade; ns – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade nas colunas. AM = adubação mineral; AOM = adubação orgânica + mineral; AO = adubação orgânica e SA = sem adubação.

Aos 25 DAS, verifica-se comportamento polinomial quadrático para NF em relação ao tratamento dose (Figura 5). Estima-se que o maior NF foi encontrado na dose de 103%, com média de 7,4 folhas. O excesso de adubação prejudicou o NF do milho pela fitotoxicidade (NOVAI et al., 2007).

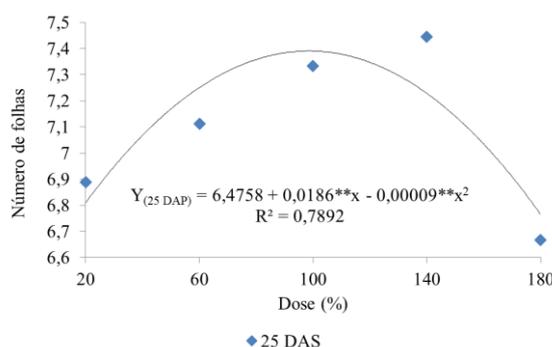


Figura 5. Número de folhas do milho aos 25 dias, após semeadura (DAS) em função da dose de adubação

A interação entre A x D, obteve diferença significativa de 5% para área foliar (AF) aos 50 DAS. Houve diferença 1% para dose aos 25 DAS para AF (Tabela 6).

Houve diferença significativa de 1%, aos 25 DAS, quando comparado AM, AOM e AO com o tratamento controle SA. Diferença significativa de 1% também foi encontrado aos 50 DAS, quando comparado AM e AO com o tratamento SA. Aos 75 e 100 DAS foram observadas diferenças significativas de 5%, quando comparado AM com o tratamento SA e AO com o tratamento SA, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 6. Resumo da ANAVA para área foliar do milho submetido a diferentes tipos de adubação aos 25, 50, 75 e 100 dias, após semeadura (DAS) e contraste dos tipos de adubação com o tratamento controle

FV	GL	Área foliar			
		25 DAS	50 DAS	75 DAS	100 DAS
Adubação (A)	2	0,0000001ns	0,000381**	0,000079ns	0,000114ns
Dose (D)	4	0,0000130**	0,000036ns	0,000032ns	0,000029ns
A x D	8	0,0000040ns	0,000130*	0,000096ns	0,000020ns
Bloco	2	0,0000030ns	0,000006ns	0,000163ns	0,000040ns
Resíduo	28	0,0000030	0,000054	0,000057	0,000045
AM vs SA	1	0,000046**	0,000418**	0,000344*	0,000168ns
AOM vs SA	1	0,000050**	0,000171ns	0,000127ns	0,000040ns
AO vs AS	1	0,000048**	0,000840**	0,000215ns	0,000212*
CV (%)		10,58	8,82	8,45	7,60
Médias					
AM		0,0156b	0,0832b	0,0920b	0,0895a
AOM		0,0158b	0,0786a	0,0874a	0,0853a
AO		0,0157b	0,0886b	0,0896a	0,0905b
AS		0,0113a	0,0703a	0,0803a	0,0813a

* e ** - significativo a 5 e 1% de probabilidade; ns – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade nas colunas. AM = adubação mineral; AOM = adubação orgânica + mineral; AO = adubação orgânica e SA = sem adubação.

Aos 25 DAS, estima-se que as maiores AF são verificadas em plantas cultivadas com a dose de 50%, com área de 0,01 m² (Figura 6). Assim como para maioria das variáveis de crescimento, observou-se queda para a maior dose recomendada em relação ao ponto de máxima, isso pela fitotoxicidade causada pelo excesso de nutrientes para a planta (NOVAIS et al., 2007).

Costa et al. (2009) ao avaliar os efeitos isolados e conjuntos da irrigação com água residuária e de doses de biossólidos no crescimento do milho verificou que a AF do milho foi maior com o aumento da dose.

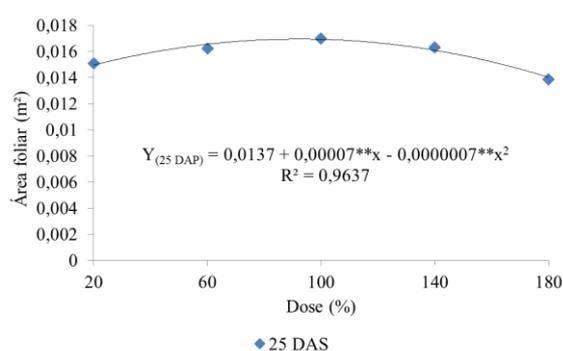


Figura 6. Área foliar do milho aos 25 dias, após semeadura (DAS) em função da dose de adubação

Observa-se comportamento polinomial quadrático, para AF, das doses em função de todos os tipos de adubação aos 50 DAS (Figura 7 A).

Estima-se que a maior AF, em plantas cultivadas com AO, foi encontrada na dose de 75%, com área de 0,10 m². Já em plantas cultivadas com AOM, a maior AF foi estimada, também, para dose de 75%, com área de 0,07 m² (Figura 7A).

Quando comparada significância entre tipos de adubação (AO, AOM e AM), não se verificou diferença significativa para plantas cultivadas com as doses de 60, 100 e 140 (Figura 7 B). Já para plantas cultivadas com dose de 20%, as maiores AF foram encontradas para AO e AM, não havendo diferença entre eles. Plantas cultivadas com AOM obtiveram as menores AF. Em plantas cultivadas nas doses de 180% a maior AF foi encontrada na AO, em relação a AOM, não diferenciando estatisticamente com a AM.

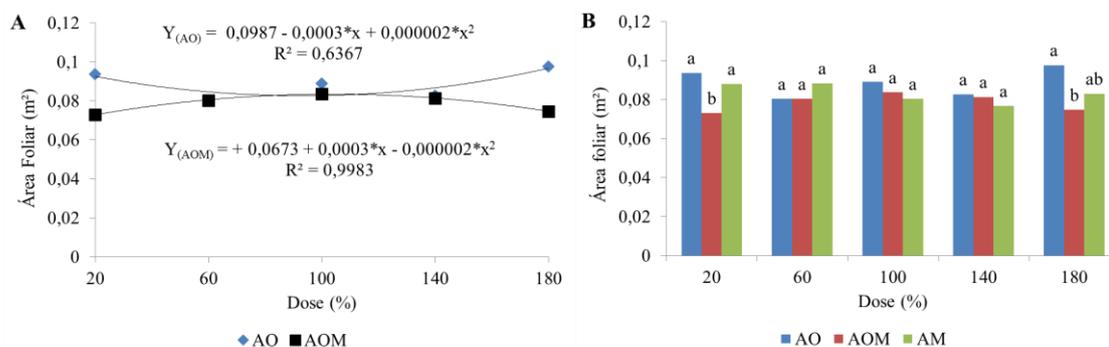


Figura 7. Desdobramento da dose dentro de cada tipo de adubação (A) e cada tipo de adubação dentro de cada dose (B) para área foliar do milho aos 50 dias, após semeadura (DAS)

Na colheita, verificou-se diferença significativa de 1% para interação A x D para diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CE) e produção (Prod) (Tabela 7).

Houve diferença significativa de 5% quando comparado o tratamento AO com o tratamento SA para o DE. Para CE, houve diferença significativa de 1% quando comparado AM e AO com o tratamento SA e diferença de 5% na comparação de AOM com o tratamento SA. Para variável Prod, houve diferença significativa de 1% quando comparado AM, AOM e AO com o tratamento SA.

Tabela 7. Resumo da ANAVA para diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CE) e produção (Prod) do milho submetido aos diferentes tipos de adubação e contraste dos tipos de adubação com o tratamento controle

FV	GL	Quadrados		
		Médio		
		DE	CE	Prod
Adubação (A)	2	5,95ns	3,56ns	12855,94**
Dose (D)	4	2,91ns	5,69ns	10414,50**
A x D	8	19,62**	7,88**	4176,78**
Bloco	2	0,17ns	0,04ns	620,74ns
Resíduo	28	3,12	1,36	671,90
AM vs AS	1	3,74ns	13,26**	6337,47**
AOM vs AS	1	3,26ns	8,61*	29644,39**
AO vs AS	1	12,90*	20,02**	16153,43**
CV (%)		3,41	5,47	8,93
Médias				
AM		51,43a	21,30b	260,85b
AOM		51,35a	20,85b	319,39b
AO		52,48b	21,83b	290,88b
AS		50,21a	19,00a	210,50a

* e ** - significativo a 5 e 1% de probabilidade; ns – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade nas colunas. AM = adubação mineral; AOM = adubação orgânica + mineral; AO = adubação orgânica e SA = sem adubação.

Observa-se comportamento polinomial quadrático, para DE, das doses em função de todos os tipos de adubação (Figura 8 A).

Estima-se que o maior DE foi encontrado em plantas cultivadas com a dose de 112% para AO, com diâmetro de 52,81 mm (Figura 8 A). Estima-se também que, plantas cultivadas com AOM, obtiveram maior DE na dose de 128%, com diâmetro de 52,81 mm. O maior diâmetro estimado para plantas cultivadas com AM, foi encontrado na dose de 100%, com diâmetro de 52,99 mm.

Quando comparado os tipos de adubações em função das doses, não se verificou diferença significativa entre AO, AOM e AM nas doses de 60, 100 e 180% (Figura 8 B). Já para a dose de 20%, os maiores diâmetros de espigas foram encontrados em plantas cultivadas com AO, em relação a AOM e AM. Não houve diferença significativa entre AOM e AM. Plantas cultivadas com a dose de 140% obtiveram maior CE para AM, quando comparado a AO, não diferenciando significativamente com AOM.

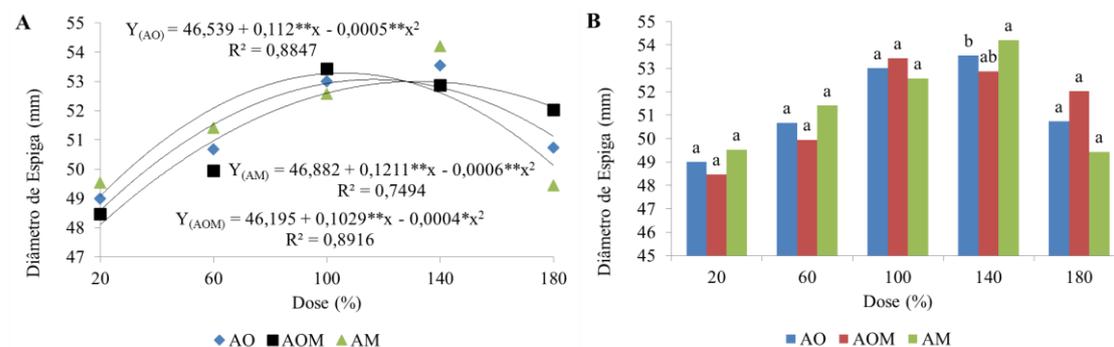


Figura 8. Desdobramento da dose dentro de cada tipo de adubação (A) e cada tipo de adubação dentro de cada dose (B) para diâmetro de espiga do milho

Em plantas cultivadas com AO, estima-se que, os maiores CE foram encontrados na dose de 81%, com comprimento de 23,05 cm (Figura 9 A). Observou-se comportamento linear decrescente para AOM e crescente para AM. Em plantas cultivadas com AOM, estima-se decréscimo unitário de 0,11% e decréscimo a cada nível de 2,26 cm. Já as plantas cultivadas com AM, estima-se acréscimo unitário de 0,08% e acréscimo a cada nível de 1,60 cm.

Comparando tipos de adubações em função das doses, verifica-se que não há diferença significativa entre AO, AOM e AM nas doses de 40 e 100% (Figura 9 B). Para plantas cultivadas com a dose de 20%, os maiores CE foram verificados para AO e

AOM, não se diferenciando entre si estatisticamente. Na dose de 140%, verificou-se os maiores CE em plantas cultivadas com AO e AM, não diferenciando estatisticamente entre si. Verificou-se também que, os maiores CE para plantas cultivadas na dose de 180% foram para AM, em relação a AO e AOM. Não houve diferença significativa entre AO e AOM.

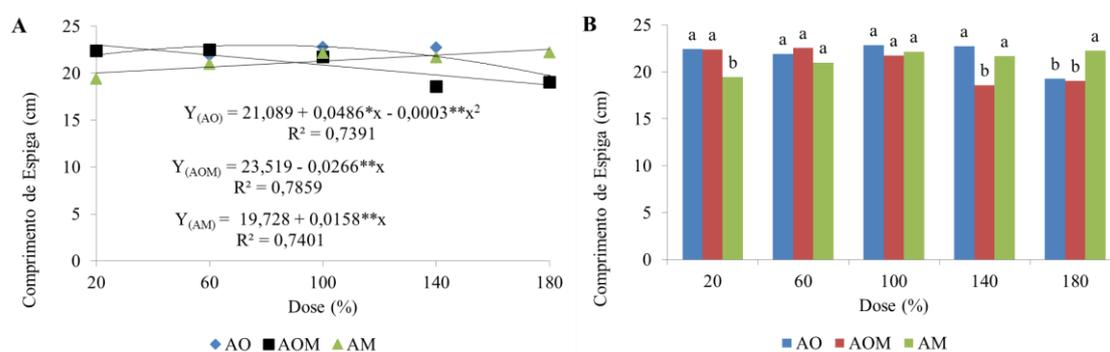


Figura 9. Desdobramento da dose dentro de cada tipo de adubação (A) e cada tipo de adubação dentro de cada dose (B) para comprimento de espiga do milho

Quanto a produção, estima-se que plantas cultivadas com AO, tem sua maior produção na dose de 125%, com 308, 16 g (Figura 10 A). Quando cultivado com AOM, estima-se a produção máxima na dose de 100%, com 393, 39 g. Já a produção máxima para plantas cultivadas com AM, estima-se que foi na dose de 84,78%, com 279, 16 g.

Comparando tipos de adubação em relação as doses, verificou-se que não houve diferença significativa entre AO, AOM e AM para as doses de 20 e 60% (Figura 10 B). Para a dose de 100%, as maiores produções foram encontradas em plantas cultivadas com AOM, a segunda maior produção foi verificada para AO e a menor para AM. Na dose de 140%, a maior produção foi alcançada em plantas cultivadas com AOM em relação a AM, não diferenciando estatisticamente da AO. Já para dose de 180%, verificou-se maiores produções em plantas cultivadas com AO em relação a AM, não diferenciando estatisticamente da AOM.

Objetivando avaliar a resposta do milho ao biofertilizante úmido comparativamente a fertilizante mineral misto, Lemainski & Silva (2006) verificaram que a utilização de biofertilizante como fertilizante na cultura do milho, mostrou-se agronomicamente viável para produção. Os mesmos autores ainda afirmam que o biofertilizante foi, em média, 21 % mais eficiente do que o fertilizante mineral.

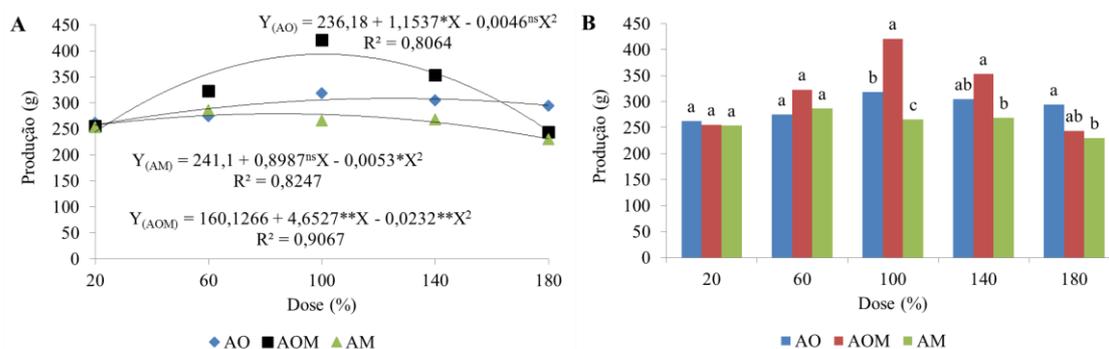


Figura 10. Desdobramento da dose dentro de cada tipo de adubação (A) e cada tipo de adubação dentro de cada dose (B) para produção do milho

3.4. Conclusões

A dose mais adequada no cultivo do milho para produção é a de 100%, já quanto a variáveis biométricas a dose mais adequada é a de 140%.

A combinação de adubação orgânica com adubação mineral se mostrou satisfatória tanto no quesito biométrico quanto na produção, permitindo a utilização em conjunto no cultivo do milho.

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

BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. de. *Lodo de esgoto: impactos ambientais na agricultura*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 349 p.

CHUEIRI, W.A.; SERRAT, B.M.; BIELE, J.; FAVARETTO, N. Lodo de esgoto e fertilizante mineral sobre parâmetros do solo e de plantas de trigo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, n.5, p.502–508, 2007.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). *Acompanhamento da*

safrã brasileira de grãos. v.4., Brasãlia: CONAB, 2017, p. 1-115. (Safrã 2016/17 - nono levantamento). Acesso em: 10 de julho de 2017. Disponãvel em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_06_08_09_02_48_boletim_graos_junho_2017.pdf>.

COSTA, F.X.; LIMA, V.L.A. de; BELTRãO, N.E.M.; AZEVEDO, C.A.V. de; SOARES, F.A.L.; ALVA, I.D.M. de. Efeitos residuais da aplicaãõ de biossãlidos e da irrigaãõ com água residuãria no crescimento do milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrãcola e Ambiental*. v.13, n.6, p.687–693, 2009.

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

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

FOLONI, J.S.S.; CORTE, A.J.; CORTE, J.R.N.; et al., Adubaãõ de cobertura na batata-doce com doses combinadas de nitrogênio e potãssio. *Revista Ciãncias Agrãrias*, Londrina, v. 34, n. 1, p. 117-126, 2013.

LEMAINSKI, J.; SILVA, J.E. Utilizaãõ do biossãlido da CAESB na produãõ de milho no Distrito Federal. *Revista Brasileira de Ciãncia do Solo*, v.30, n.4, 741-750, 2006.

LOPES, A.S; GUILHERME, L.R.G. Fertilidade do solo e produtividade agrãcola. 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. Viãosa: SBCS, 2007. p.1-64.

LOURENãO, J.C. A evoluãõ do agronegãcio brasileiro no cenãrio atual. *Comunidade ADM*, p. 1-7, 2008.

MALAFAIA, G.; RODRIGUES, A.S.L.; ARAÚJO, F.G.; LEANDRO, W.M.

Crescimento de plantas de milho em solo acrescido de vermicompostos de lodo de curtume e irrigado com água residuária de esgoto doméstico. *Revista Ambiente & Água*, v.10, n.4, 2015.

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. 1017 p.

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

SILVA, F.C.; ABREU, M.F.; PÉREZ, D.V.; EIRA, P.A.; ABREU, C.A.; 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.

4. CONCLUSÃO GERAL

- A dose mais adequada para o cultivo do milho para produção é a de 100%, já quanto a variáveis biométricas a dose mais adequada é a de 140%.

- A combinação de adubação orgânica com adubação mineral se mostrou satisfatória tanto no quesito biométrico quanto na produção, mostrando essa combinação pode ser utilizada para o cultivo do milho.