

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**COMPOSTO DE LIXO ORGÂNICO URBANO NA
PRODUÇÃO DO PIMENTÃO IRRIGADO EM CULTIVO
PROTEGIDO**

Mirian Tavares Dias Cardozo
Engenheira Agrônoma

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Março de 2012

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**COMPOSTO DE LIXO ORGÂNICO URBANO NA
PRODUÇÃO DO PIMENTÃO IRRIGADO EM CULTIVO
PROTEGIDO**

Mirian Tavares Dias Cardozo
Orientador: Prof. Dr. João Antonio Galbiatti
Coorientador: Dr. Márcio José de Santana

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Ciência do Solo).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Março de 2012

Cardozo, Mirian Tavares Dias
C268c Composto de lixo orgânico urbano na produção do pimentão
 irrigado em cultivo protegido / Mirian Tavares Dias Cardozo. – –
 Jaboticabal, 2012
 xiii, 45 f. : il. ; 28 cm

 Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
 Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012
 Orientador: João Antonio Galbiatti
 Banca examinadora: Américo Iorio Ciociola Júnior, Haroldo Silva
 Vallone, Carlos Eduardo Angeli Furlani, Rogério Teixeira de Faria
 Bibliografia

 1. Produtividade. 2. Adubação orgânica. 3. Manejo de irrigação. I.
 Título. II. Jaboticabal- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

 CDU 631.86:635.694

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

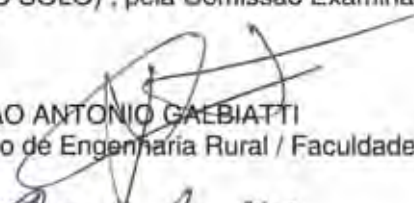
TÍTULO: COMPOSTO DE LIXO ORGÂNICO URBANO NA PRODUÇÃO DO PIMENTÃO
IRRIGADO EM CULTIVO PROTEGIDO

AUTORA: MIRIAN TAVARES DIAS CARDOZO

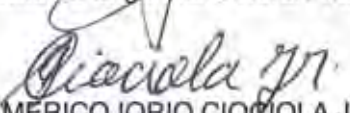
ORIENTADOR: Prof. Dr. JOAO ANTONIO GALBIATTI

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. MÁRCIO JOSÉ DE SANTANA

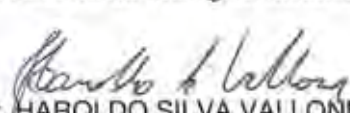
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA
(CIÊNCIA DO SOLO) , pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. JOAO ANTONIO GALBIATTI

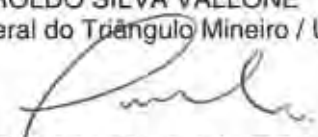
Departamento de Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. AMERICO IORIO CIOCIOLA JUNIOR

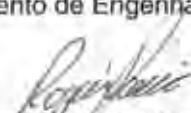
Instituto Federal do Triângulo Mineiro / Uberaba/MG


Prof. Dr. HAROLDO SILVA VALLONE

Instituto Federal do Triângulo Mineiro / Uberaba/MG


Prof. Dr. CARLOS EDUARDO ANGELI FURLANI

Departamento de Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. ROGERIO TEIXEIRA DE FARIA

Departamento de Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 28 de março de 2012.

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

MIRIAN TAVARES DIAS CARDOZO – Filha de Orivaldo Tavares e Maria Augusta Tavares, nascida em Santos – SP em 20 de julho de 1952. Formou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, em 1976. No ano de 1984, graduou-se em Licenciatura Plena em Formação Especial na Universidade Federal de Lavras. Em 1990 especializou-se em Conservação de Solos pela Junta de Andalucia-Consejeria de Agricultura y Pesca no Centro de Investigación y Desarrollo Agrario de Granada-Espanha. Especializou-se também em Didática Aplicada à Educação Tecnológica pelo CEFET/RJ - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca em 1996. E no ano de 2004, obteve o título de Mestre em Educação pela Universidade de Uberaba-UNIUBE. Iniciou sua carreira como servidora pública federal - professora, no ano de 1978 até a presente data, perfazendo com isso 34 anos de efetivo exercício. É professora do quadro permanente do Instituto Federal do Triângulo Mineiro – IFTM, lotada na Reitoria respondendo pela Coordenação Geral de Extensão.

“As transformações do planeta para levar a humanidade às condições de vida satisfatórias se dará em muito com o auxílio sistemático da educação e da pesquisa”.

A autora

Ao meu esposo Adilvar,
Aos meus filhos Renata, Rodrigo,
Gustavo e Christiane,
Ao meu genro Mark e minha nora Priscila,
Ao meu neto Nicolas, um presente de Deus...

DEDICO

Aos amigos Lucas Arantes Pereira e
Tomiko Yakabe Fantin

e

A todos aqueles que dedicaram e dedicam sua
vida profissional à agricultura, contribuindo para
melhores condições de trabalho e maior
produtividade de alimentos.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Jesus Cristo por me conceder mais uma vez a oportunidade de construir conhecimentos.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

Ao pesquisador e professor Dr. João Antonio Galbiatti pela orientação, ensinamentos, competência, paciência e, sobretudo pelo exemplo de educação e respeito com o próximo, sempre acreditando e apoiando o crescimento desta orientanda durante a realização do trabalho.

Ao Dr. Márcio José de Santana pela coorientação precisa, competente e sempre paciente.

À banca de qualificação, composta pelos pesquisadores e professores: Dr. João Antonio Galbiatti, Dr. Rouverson Pereira da Silva, Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani, Dr. José Eduardo Pitelli Turco e Dra. Teresa Cristina Tarlé Pissarra pelas sugestões precisas e valiosas durante a qualificação.

À Elisabete Ferreira Borges pela participação efetiva e competente na elaboração do projeto do DINTER oportunizando assim a realização do mesmo.

Aos amigos da pós-graduação Carla Regina Amorim dos Anjos Queiroz, Celso A. Mancin, Cléia Regina Fuchs, Danielle Freire Paoloni, Dione Chaves de Macedo, José Antônio Bessa, José Renato de Souza, Luiz Alberto Rezende, Reginaldo R. de Andrade, Roberto Gil Rodrigues Almeida, Tomiko Yakabe Fantin, Vera Lúcia Abdala, Vera Lúcia Pegorer de Oliveira, Waldemar Pamplona da Silva e Zilda Corrêa de Lacerda.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES e à Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica – SETEC, do Ministério da Educação, pelo Programa - modalidade DINTER.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – IFTM, pela oportunidade desta pós-graduação.

Ao Ex- Reitor do IFTM professor Dr. Eurípedes Ronaldo Ananias Ferreira e ao atual Reitor professor, doutorando Roberto Gil Rodrigues Almeida.

Ao Dr. João Antonio Galbiatti e Dr^a Sueli Ciabotti pela coordenação do DINTER.

Ao Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, UNESP.

Aos pesquisadores e professores do curso Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani, Dr. João Antonio Galbiatti, Dr. José Carlos Barbosa, Dr. José Eduardo Pitelli Turco, Dr. Manoel Evaristo Ferreira, Dr. Marcílio Vieira Martins Filho, pelos conhecimentos passados a nós durante as aulas.

Ao meu amigo Lucas Arantes Pereira do IFTM pelo apoio em todos os momentos.

Ao meu amigo Adriano Elias pela amizade, contribuição e compreensão na Pró-Reitoria de Extensão do IFTM durante o curso.

À Adriana Paula Martins pela amizade e contribuição na Pró-Reitoria de Extensão.

Ao amigo Dr. Humberto Marcondes Estevam pelo apoio e amizade.

Ao amigo Mauro Borges França pelo enorme apoio no Doutorado.

À minha amiga Tomiko Yakabe Fantin pelo apoio e incentivo em todos os momentos durante a participação deste curso.

À minha amiga Danielle Freire Paoloni, pelo apoio e amizade durante o curso.

À Gláucia de Freitas, da Pró-Reitoria de Pesquisa, pela atenção e participação efetiva no DINTER.

Aos graduandos de Engenharia Agrônômica do IFTM – Campus Uberaba: Antonio Pizolato Neto e Bruna Rodrigues Oliveira pelo apoio dado a este trabalho no campo.

Aos membros da banca examinadora Dr. João Antonio Galbiatti, Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani, Dr. Rogério Teixeira de Faria, Dr. Américo Lório Ciociola Junior e Dr. Haroldo Silva Vallone, pelas valiosas contribuições.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Aspectos gerais da cultura do pimentão	3
2.2 Irrigação para o pimentão	6
2.3 Adubação para o pimentão	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1 Caracterizações da área experimental.....	11
3.2 Cultivar	13
3.3 Tratamentos e delineamento experimental	13
3.4 Instalação do experimento e tratos culturais	14
3.5 Sistema e manejo da irrigação	17
3.6 Características avaliadas	18
3.7 Análise estatística	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1 Número de frutos.....	19
4.2 Produtividade da cultura.....	21
4.3 Altura de plantas	24
4.4 Diâmetro do caule das plantas	30
4.5 Eficiência do uso da água	35
5. CONCLUSÕES	37
6. REFERÊNCIAS	38
7. ANEXOS	44

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Análise química do solo.....	11
2. Resultados da análise física do solo da área experimental.....	12
3. Resultados da caracterização hídrica do solo da área experimental.	12
4. Médias do número de frutos em função das formas de adubação dentro de cada reposição de água no solo.	19
5. Médias da produtividade (t ha ⁻¹) em função das formas de adubação dentro de cada reposição de água no solo.	21
6. Reposição de água no solo ótima e produtividade ótima em função das formas de adubação.	23
7. Médias da altura das plantas (cm) aos 50 DAT em função das formas de adubação dentro de cada reposição de água no solo.	25
8. Médias da altura das plantas (cm) aos 75 DAT em função das formas de adubação dentro de cada reposição de água no solo.	26
9. Médias da altura das plantas (cm) aos 90 DAT em função das formas de adubação dentro de cada reposição de água no solo.	27
10. Médias da altura das plantas (cm) aos 105 DAT em função das formas de adubação dentro de cada reposição de água no solo.	29
11. Médias do diâmetro do caule (mm) aos 50 DAT em função das formas de adubação dentro de cada reposição de água no solo.	30
12. Médias do diâmetro do caule (mm) aos 75 DAT em função das formas de adubação dentro de cada reposição de água no solo.	31
13. Médias do diâmetro do caule (mm) aos 90 DAT em função das formas de adubação dentro de cada reposição de água no solo.	32
14. Médias do diâmetro do caule (mm) aos 105 DAT em função das formas de adubação dentro de cada reposição de água no solo.	33
15. Lâminas de água aplicadas nos diferentes tratamentos.	35

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Demonstrativo do delineamento experimental.	14
2. Estufa modelo arco utilizada na condução experimental e aspecto geral da área.	15
3. Plantas e frutos da cultivar analisada.	16
4. Número de frutos em função da reposição de água no solo para cada forma de adubação	20
5. Produtividade em função da reposição de água no solo para cada forma de adubação	22
6. Altura das plantas aos 50 DAT em função da reposição de água no solo para cada forma de adubação.	25
7. Altura das plantas aos 75 DAT em função da reposição de água no solo para cada forma de adubação.	27
8. Altura das plantas aos 90 DAT em função da reposição de água no solo para cada forma de adubação.	28
9. Altura das plantas aos 105 DAT em função da reposição de água no solo para cada forma de adubação.	29
10. Diâmetro do caule das plantas aos 50 DAT em função da reposição de água no solo para cada forma de adubação.	31
11. Diâmetro do caule das plantas aos 75 DAT em função da reposição de água no solo para cada forma de adubação.	32
12. Diâmetro do caule das plantas aos 90 DAT em função da reposição de água no solo para cada forma de adubação.	33
13. Diâmetro do caule das plantas aos 105 DAT em função da reposição de água no solo para cada forma de adubação.	34
14. Eficiência do uso da água (EUA) em função da reposição de água no solo.	36

COMPOSTO DE LIXO ORGÂNICO URBANO NA PRODUÇÃO DO PIMENTÃO IRRIGADO EM CULTIVO PROTEGIDO

RESUMO - Na produção de hortaliças é fator determinante a adubação aplicada nas dosagens corretas e a reposição de água no solo em quantidades ideais. A adubação com compostos orgânicos pode diminuir o custo da produção e proporcionar aumento da produtividade. O presente trabalho teve como objetivos determinar os efeitos das reposições de água de irrigação na produtividade, e a dosagem do composto de lixo a ser utilizada na cultura do pimentão quando cultivada em ambiente protegido. O experimento foi conduzido em estufa modelo arco com 280 m². O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 24 tratamentos em esquema fatorial de 6 x 4 (formas de adubação e reposição de água no solo, respectivamente). Quanto à adubação, foram seis formas: adubação mineral e adubação com composto de lixo orgânico (4 t ha⁻¹, 8 t ha⁻¹, 12 t ha⁻¹ e 16 t ha⁻¹), mais uma testemunha sem adição de adubos. Quanto às reposições de água no solo foram de 70%, 100%, 130% e 160% da lâmina necessária para elevar o solo à capacidade de campo. Foram determinados o número de frutos, altura das plantas, diâmetro do caule, eficiência do uso da água e a produtividade da cultura. Dentre os resultados, verificou-se que quando a reposição de água no solo foi efetuada integralmente (100% de reposição) a produtividade foi similar entre as adubações com composto de lixo orgânico de 16 t ha⁻¹, 12 t ha⁻¹ e 8 t ha⁻¹.

PALAVRAS-CHAVE: ambiente protegido, composto orgânico, hortaliças, manejo de irrigação, reposição de água.

GREENHOUSE PRODUCTION OF IRRIGATED PEPPER IN SOIL WITH ORGANIC WASTE COMPOUND

SUMMARY - In vegetables production, the correct dosages of applied fertilizer and replacement of water in the soil in optimal amounts is a determining factor. The fertilization with organic compounds can decrease the production cost and provide increased productivity. This study aimed to: determine the effects of different replacement of irrigation water in crop yield, and optimal dosage of organic compound to be used in sweet pepper when grown in a greenhouse. The experiment was conducted in a bow model greenhouse with 280 m². The experiment was designed in randomized blocks with 24 treatments in a factorial arrangement of 6 x 4 (types of fertilization and water replacement in the soil, respectively). As for fertilization, it's used six forms: fertilization with mineral fertilizer and organic compound (4 t ha⁻¹, 8 t ha⁻¹, 12 t ha⁻¹ and 16 t ha⁻¹) and one as control, without addition of fertilizers. For the water replacement in the soil, it's used 70%, 100%, 130% and 160% of the blade to raise the soil at field capacity. It was determined the number of fruits, plants height, stalk diameter, efficiency of water use and crop productivity. Among the results, it was found that when the replacement of water in the soil was made in full (100% replacement) the productivity was similar between the fertilizer with organic waste compound of 16 t ha⁻¹, 12 t ha⁻¹ and 8 t ha⁻¹.

KEYWORDS: productivity, irrigation management, organic compound, *Capsicum annuum* L., vegetables, water replacement.

1. INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.), pertencente à família das solanáceas e está entre as hortaliças com maior área cultivada no Brasil e no mundo. Segundo a HORTIBRASIL (2010), o pimentão ocupa 8.291 hectares, com produção de 70 mil toneladas e gera 4.543 empregos, sendo o 6º produto agrícola em demanda de força de trabalho. A Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) recebe aproximadamente 39 mil toneladas anuais de pimentão, onde 93% desse volume se destinam à Região Metropolitana de São Paulo. Em estufa, situa-se entre as cinco que apresentam maior área cultivada no Brasil e em diversos países, devido à grande produtividade e qualidade dos frutos que podem ser alcançadas nessas condições (LORENTZ et al., 2002 citado por ARAÚJO et al., 2009).

Pode-se também salientar que a cultura do pimentão oferece retorno rápido aos investimentos, devido ao curto período para o início da produção. Entretanto, segundo MARCUSSI et al. (2004), para o adequado desenvolvimento da planta e obtenção de produtividade satisfatória, é essencial a reposição de água e nutrientes, na quantidade ideal e no momento oportuno.

O composto de lixo urbano é um adubo orgânico que vem sendo, com bastante frequência, utilizado em áreas de produção de hortaliças (MANTOVANI et al., 2005).

Segundo VERAS (2004) os resíduos sólidos constituem hoje um dos principais problemas enfrentados pela humanidade. O acentuado crescimento demográfico seguido do grande desenvolvimento tecnológico vem aumentando consideravelmente a quantidade de resíduos sólidos refugados pelo homem, problemática que assume proporções ainda maiores, na medida em que se verifica a redução da disponibilidade de áreas para disposição dos rejeitos e o seu alto potencial de contaminação do meio ambiente. Na tentativa de equacionar esse problema, vários métodos de tratamento e disposição foram e vem sendo pesquisados em todo mundo, destacando-se os aterros sanitários, a compostagem, a incineração, a solidificação, entre outros.

Quanto à irrigação, MAROUELLI (2008) destaca que quando realizada no momento apropriado e na quantidade adequada, e quando se escolhe o sistema de irrigação de forma correta, se obtém maiores produtividades no cultivo de hortaliças.

Diante do exposto objetivou-se com este trabalho determinar os efeitos das reposições de água de irrigação na produtividade da cultura do pimentão, e a dosagem do composto de lixo a ser utilizada quando cultivada em ambiente protegido.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais da cultura do pimentão

Segundo REZENDE (2010) o pimentão é oriundo do continente latino-americano, sobretudo do México e da América Central, o fruto tropical se espalhou pelo mundo após a chegada do colonizador europeu. Foi levado para África, Europa e Ásia por embarcações portuguesas. Após vários anos de cruzamento, hoje o pimentão híbrido encontrado no mercado nacional tem formato quadrado alongado e casca espessa. Seu cultivo está disseminado na maior parte do país, tendo como principais estados produtores Minas Gerais e São Paulo, com 40% de todo o volume nacional.

O pimentão pertence à família Solanaceae e ao gênero *Capsicum* o qual segundo CARVALHO & BIANCHETTI (2008) deriva do grego Kapso que significa picar ou arder. Além dos pimentões o gênero *Capsicum* é representado também pelas pimentas doces e pimentas picantes. Espécies desse gênero não possuem nenhum parentesco com espécies do gênero *Piper*, como a pimenta-do-reino. Na família Solanaceae estão incluídos além do pimentão, o tomate, a batata, a berinjela e o jiló.

Capsicum annuum var. *L. annuum* é a espécie mais variável e mais cultivada em todo o mundo. Inclui os tipos mais comuns, como pimentões, pimentas doces para páprica, as pimentas picantes jalapeño, cayenne, serrano, cereja e outros. Centros secundários existem no sudeste e centro da Europa, na África, na Ásia e em partes da América Latina. No Brasil é muito difundida e pode ser encontrada em qualquer região. Há bem pouco tempo não era encontrada na Região Norte, por causa de sérios problemas fitossanitários regionais (presença de determinados fungos e bactérias de solo) que inviabilizavam o cultivo. Esses problemas foram parcialmente contornados (principalmente em relação ao pimentão) com rotação de culturas e cultivo protegido (CARVALHO & BIANCHETTI, 2008).

Pode-se distinguir os pimentões das pimentas por observação de determinadas características morfológicas e diferentes usos. Os pimentões (*Capsicum annuum* var.

annuum) são frutos grandes e largos (10 cm a 20 cm de comprimento por 6 cm a 12 cm de largura), de formato quadrado, retangular a triangular, e não pungentes (doces). No Brasil são habitualmente consumidos na forma de saladas, cozidos ou recheados. Enquanto que as pimentas são frutos de todas as outras espécies e variedades de *Capsicum*, podendo incluir também alguns exemplares de *Capsicum annuum* var. *annuum*. Os frutos são geralmente menores do que os de pimentão, de formato variado e paladar predominantemente pungente. São usadas principalmente como condimento (CARVALHO & BIANCHETTI, 2008).

Em relação à espécie *Capsicum annuum* var. *annuum* quanto às suas características morfológicas, geralmente apresenta uma flor por nó, raramente mais de uma e ocasionalmente fasciculadas. Na antese, os pedicelos podem ser eretos, pendentes ou inclinados. A corola é branca (raramente violeta), sem manchas na base dos lobos das pétalas. As anteras são geralmente azuladas. Os cálices dos frutos maduros são pouco dentados e não possuem constrição anelar na junção do pedicelo. Os frutos são de várias cores e formas, geralmente pendentes, persistentes, com polpa firme; as sementes são cor de palha (CARVALHO & BIANCHETTI, 2004).

Quanto ao valor nutricional, REIFSCHNEIDER (2000) relata que os frutos de *Capsicum* possuem características sensoriais que atraem muito o homem. A forma/tamanho, a cor, o aroma e a textura do pimentão são valorizados em saladas e pratos especiais de carnes e legumes. Os nutrientes (proteínas, glicídios, lipídios, minerais, vitaminas, água e celulose ou fibras), quando em proporções adequadas na dieta são capazes de assegurar a manutenção das funções vitais do organismo, suprimindo as suas necessidades de produção de energia, de elaboração e manutenção tecidual e de equilíbrio biológico. Todos esses componentes são encontrados nos frutos de *Capsicum* em quantidades variáveis. Alguns conferem valor nutricional aos pimentões. Outros ditos funcionais, respondem por outras propriedades e aplicações dos frutos de *Capsicum*, as pirazinas, pelo aroma característico do pimentão e de outras variedades de *Capsicum*.

Ainda segundo o mesmo autor os frutos de *Capsicum* são fontes importantes de três antioxidantes naturais: a vitamina C, os carotenóides e a vitamina E. Há evidências

de que os antioxidantes previnem doenças degenerativas como o câncer, as doenças cardiovasculares, a catarata, o mal-de-Parkinson e o mal-de-Alzheimer, por seqüestrarem radicais livres. Os pimentões possuem alto teor de vitamina C. A páprica que é um tempero em pó feito com pimentão vermelho, usada com corante natural pela indústria de alimentos, possui maior teor de vitamina C do que as frutas cítricas. Algumas variedades de pimentão possuem até 340 miligramas por 100 gramas. Um fruto de pimentão vermelho possui quantidade de vitamina C (180 miligramas por 100 gramas) suficiente para suprir as necessidades diárias de até seis pessoas. É importante ressaltar que, na secagem, os frutos perdem praticamente toda a vitamina C, e no cozimento a perda é de cerca de 60%.

Segundo HENZ et al. (2007), o pimentão é geralmente cultivado em campo aberto, mas adapta-se bem ao cultivo protegido pelo melhor controle nos tratamentos culturais e das condições ambientais. Este sistema de cultivo é adotado em regiões com invernos frios, como a região Sul, e em áreas com períodos de chuvas intensas, como a região Norte e Centro-Oeste. A produtividade do pimentão cultivado em campo fica em torno de 25-40 t ha⁻¹, e em cultivo protegido chega a 180 t ha⁻¹. O desenvolvimento, o florescimento e a frutificação das plantas de pimentão são influenciados pela temperatura. As principais cultivares são de origem tropical e não toleram frio e geadas, desenvolvendo-se melhor em temperaturas mais altas. Assim, em regiões de clima temperado, o cultivo é feito na época em que não há riscos de ocorrência de geadas ou em cultivo protegido, com aquecimento. No entanto, nos períodos chuvoso e seco ocorrem problemas, principalmente doenças de, como a antracnose nas chuvas e o oídio na seca.

Ainda segundo os mesmos autores, no período seco, cultivo protegido ameniza um dos principais problemas do pimentão, a queima de folhas e frutos, causada pelo excesso de luminosidade e ventos secos, comuns neste período, a proteção neste caso é para o sol excessivo, mas também reduz o impacto das chuvas sobre as plantas.

2.2 Irrigação para o pimentão

Em geral, as hortaliças têm seu desenvolvimento intensamente influenciado pelas condições de umidade do solo. A deficiência de água é, normalmente, o fator mais limitante à obtenção de produtividades elevadas e produtos de boa qualidade, mas o excesso também pode ser prejudicial. A reposição de água ao solo por irrigação, na quantidade e no momento oportuno, é decisiva para o sucesso da horticultura (MAROUELLI et al., 1996).

É consenso que a irrigação no Brasil é rotineiramente realizada de forma empírica, geralmente com grande desperdício de água. Ressalta que irrigações em excesso comprometem a produção. Mesmo plantações irrigadas em demasia são, em algumas situações, submetidas a condições de déficit hídrico e que isto tem levado empreendimentos de produção de hortaliças a uma condição de baixa sustentabilidade econômica e socioambiental. Irrigar no momento apropriado e na quantidade adequada, e a escolha correta do sistema de irrigação, são os principais segredos para o sucesso da produção de hortaliças (MAROUELLI, 2008).

O gotejamento é o método mais indicado no cultivo de pimentão, principalmente quando plantados em canteiros com uso de “mulching” e em cultivo protegido. O gotejamento é mais econômico e eficiente, e possibilita também a técnica da fertirrigação (HENZ et al., 2007) .

REIFSCHNEIDER (2000) também se referindo à irrigação no cultivo de pimentão, enfatiza que esta pode ser feita por aspersão (regador, mangueira, aspersores) ou por gotejamento, com o uso de mangueiras com gotejadores (pequenos orifícios). O gotejamento é o método mais indicado no cultivo em campo aberto com cobertura “mulching” que é a cobertura de canteiros com filmes plásticos para controle de ervas daninhas e manutenção da umidade do solo. Este tipo de cobertura pode ser utilizado em canteiros e estufas, proporcionando irrigação mais econômica, com menor gasto de água. A umidade deve ser mantida uniforme durante o desenvolvimento das plantas, mas deve-se evitar o acúmulo de água, para não favorecer o surgimento de de

doenças que podem causar apodrecimento do colo e das raízes e o abortamento e queda de flores.

Segundo DOORENBOS & KASSAM (1994), o pimentão possui uma raiz pivotante que é cortada no momento do transplante, desenvolvendo-se em seguida um sistema de raízes laterais profusamente ramificado. A profundidade das raízes pode chegar a até 1m, porém, em condições irrigadas, elas concentram-se principalmente na camada superior do solo de 0,3 m de profundidade. Em condições em que a evapotranspiração máxima é de 5 a 6 mm dia⁻¹ pode-se esgotar de 25% a 30% da água total disponível no solo até que comece haver redução na sua absorção.

GALBIATTI et al. (2007) consideram que com o advento da irrigação, tornou-se possível a produção agrícola em locais antes impossíveis pela falta de chuvas; entretanto, quando feita sem critério, causa o desperdício de grande quantidade de água. Métodos e sistemas modernos de irrigação estão diminuindo a quantidade de água aplicada, colocando o total necessário no local certo, por exemplo, a microaspersão e gotejadores.

Para a produção de mudas, há necessidade de tomarem-se alguns cuidados especiais, entre os quais se destacam a quantidade de água fornecida durante o processo de produção, pois, segundo MAROUELLI & SILVA (1993) citados por GALBIATTI et al. (2007), a disponibilidade de água para a planta, na quantidade correta e no momento oportuno, é decisiva para o sucesso da cultura. Para isso, é importante que se estudem os métodos de estimativas de evapotranspiração.

Estudo realizado com a cultura do pimentão irrigado sob diferentes tensões de água, SANTANA et al. (2004) observaram que quando as irrigações foram feitas diariamente, elevando-se a umidade do solo próxima à capacidade de campo (10 kPa), a cultura apresentou as melhores médias para produção total e comercial de frutos.

2.3 Adubação para o pimentão

Os solos recomendados para o cultivo do pimentão devem ser profundos, leves, bem drenados e livres de encharcamento, férteis, com pH entre 5,5 a 7,0. O preparo do

solo consiste de uma limpeza da área, aração a 30 cm, seguida de gradagem de nivelamento. Uma segunda gradagem é realizada para incorporar o calcário ao solo e adequá-lo à sulcagem. Podem-se preparar os sulcos com 30 a 40 cm de largura e 20 - 25 cm de profundidade. A distância entre os sulcos é de 80 cm. No caso de plantio em casas de vegetação ou telado, no Distrito Federal tem-se usado o plantio em canteiros, com fileiras duplas, normalmente utilizando-se de “mulching”, com espaçamento de 50 cm entre fileiras e 60 cm entre plantas no canteiro, para uma população de aproximadamente 22.000 plantas ha⁻¹ (HENZ et al., 2007).

É considerada uma cultura exigente em adubação destacando-se nas fases de floração e frutificação. A quantidade de adubo a ser aplicada é determinada com base na análise química do solo e as recomendações para o cultivo do pimentão específicas para cada região podem ser seguidas e adaptadas às pimentas (HENZ et al., 2007). A adubação com compostos orgânicos pode dentre outras, diminuir o custo de produção e proporcionar aumento da produtividade da cultura.

Conforme MANTOVANI et al. (2005), o composto de lixo urbano é um adubo orgânico que vem sendo, com bastante frequência, utilizado em áreas de produção de hortaliças. E que a utilização do composto de lixo urbano como adubo orgânico propicia reciclagem de nutrientes e melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo (BERTON & VALADARES, 1991; He et al., 1992; GIUSQUIANI et al., 1995). E em relação à fertilidade do solo, afirmam que há relatos de aumentos do valor de pH e dos teores de MO, P, K, Ca e Mg (MAZUR et al., 1983a; ALVES et al., 1999; ABREU JR. et al., 2000; ABREU JR. et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2002a) citados por MANTOVANI et al. (2005). Esclarecem que isto se deve ao fato de que os aumentos obtidos variam de acordo com o solo, tipo de experimento (campo ou casa de vegetação), composição química do composto, grau de maturação e quantidades aplicadas (MANTOVANI et al., 2005).

Ao avaliar o efeito da aplicação do composto de lixo urbano na fertilidade do solo, na produção de alface e no acúmulo de nutrientes nas plantas, MANTOVANI et al. (2005) concluíram que: a) a incorporação de composto de lixo urbano na profundidade de 0–20 cm melhorou a fertilidade do solo da própria camada em que foi aplicado e da

camada de 20–40 cm, mas não alterou as características da camada de 40–60 cm. b) a adubação com composto de lixo urbano propiciou aumento do pH e dos teores de MO, P, K, Ca e Mg na camada de 0–20 cm, bem como de pH e Ca na profundidade de 20–40 cm. c) a melhora da fertilidade do solo com a aplicação de composto de lixo urbano refletiu-se no aumento de produção de alface e provocou maior acúmulo de P, K e Ca nas plantas.

Segundo SILVA et al. (2007) a reciclagem do lixo urbano orgânico (compostagem) é uma das melhores formas para minimizar o acúmulo desse material em lixões ou aterros, que, além de ocupar uma área que poderia ser utilizada para fins mais nobres, não oferece riscos à saúde humana. O produto derivado do processo de compostagem é chamado Composto de Lixo Urbano (CLU), que se constitui numa excelente alternativa para reciclagem da fração orgânica desse material na agricultura, pois de um lado melhora alguns atributos químico, físico e biológico do solo, e de outro, contribui para aliviar a carga poluidora e aumentar a vida útil dos aterros sanitários (DEELSTRA, 1989 citado por SILVA et al., 2007)

Neste sentido MANTOVANI et al. (2004) nos auxiliam ao afirmar que a aplicação de composto ou de vermicomposto de lixo urbano no solo aumenta a permeabilidade, a agregação de partículas minerais, o fornecimento de macro e micronutrientes, diminui a acidez (inclusive o alumínio trocável) e aumenta a atividade biológica (GIUSQUIANI et al., 1995; ALVES et al., 1999 citados por MANTOVANI et al., 2004). Enfatizam que é preciso considerar os riscos ambientais de sua utilização, especialmente se feita de forma descontrolada e sem critérios. Uma das limitações do emprego desses adubos orgânicos é a presença de metais pesados em concentrações relativamente altas, que podem acumular-se no solo, inviabilizando seu uso agrícola, e nas plantas, prejudicando a saúde dos consumidores (EGREJA FILHO, 1993 citado por MANTOVANI et al., 2004).

Segundo SANTOS & CAMARGO (1999), os adubos orgânicos atuam como reserva de nutrientes e como condicionadores das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Este condicionamento se dá pela melhoria da estrutura do solo, pela

liberação de nutrientes para as plantas e pela produção de substâncias estimulantes do crescimento (NOBILE et al., 2007).

Neste contexto, OLIVEIRA et al. (2002) citados por MURAISHI (2008) consideram que a alta concentração de carbono orgânico presente no composto de lixo orgânico exalta o seu potencial agronômico, visto que a adição de quantidades superiores a 20 t ha⁻¹ proporcionou o aumento da CTC do solo em consequência do incremento no teor carbono orgânico e nos valores de pH, o que revela melhorias nas suas propriedades.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterizações da área experimental

O trabalho foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Campus Uberaba, na cidade de Uberaba, MG, o qual está situado a latitude de 19°45'26" S, longitude de 47°55'27" W e altitude de 790 m. O clima da região é classificado como Aw, tropical quente, segundo a classificação de Köppen, apresentando inverno frio e seco. Na região ocorrem médias anuais de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar na ordem de 1600 mm, 22,6°C e 68%, respectivamente (UBERABA EM DADOS, 2009).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico cujas características químicas e físicas foram analisadas pelo Laboratório de Solos da EPAMIG, em Uberaba, MG (Tabelas 1 e 2).

TABELA 1. Análise química do solo.

Características	Teores	Características	Teores
pH em água	5,9	V(%)	54,0
P (mg dm ⁻³)	51,1	M(%)	5,0
K (cmolc dm ⁻³)	87,0	Matéria org. (dag kg ⁻¹)	3,6
Ca ²⁺ (cmolc dm ⁻³)	2,6	P-rem (mg L ⁻¹)	12,2
Mg ²⁺ (cmolc dm ⁻³)	1,4	Zn (mg dm ⁻³)	11,4
Al ³⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,2	Fe (mg dm ⁻³)	66,9
H + Al (cmolc dm ⁻³)	3,6	Mn (mg dm ⁻³)	41,4
SB (cmolc dm ⁻³)	4,2	Cu (mg dm ⁻³)	9,2
t (cmolc dm ⁻³)	4,4	B (mg dm ⁻³)	0,2
T (cmolc dm ⁻³)	7,8	S (mg dm ⁻³)	3,3

t=C.T.C. efetiva; T=C.T.C. a pH 7,0; m=saturação por alumínio; V=saturação por bases; SB=soma de bases trocáveis; Prem= fósforo remanescente.

TABELA 2. Resultados da análise física do solo da área experimental.

Camada (cm)	Areia	Silte (%)	Argila	Classe textural
0-20	70	11	19	Franco-arenosa
20-40	68	12	20	Franco-arenosa

As equações de ajuste das curvas características de retenção de água no solo para as camadas de 0-20 cm e 20-40 cm de profundidade, segundo modelo de GENUCHTEN (1980), foram obtidas de acordo com DOURADO NETO et al. (1995) e encontram-se na Tabela 3. Com o auxílio do software SWRC versão 3.0 (Soil Water Retention Curve), foram obtidos os parâmetros de ajuste das equações. A obtenção da curva de água no solo foi realizada em amostras deformadas no Laboratório de Solos, do IFTM Campus Uberaba. Para as tensões de 2 kPa, 4 kPa, 6 kPa, 8 kPa e 10 kPa foi utilizado o método do funil de placa porosa (Funil de Haines), e para as tensões de 33 kPa, 100 kPa, 500 kPa e 1500 kPa, a câmara de pressão de Richards.

A capacidade de campo média do solo, conforme metodologia de BERNARDO (1996) foi de 21,27% (10 kPa). A densidade do solo foi obtida (método do anel volumétrico) no dia do transplântio das mudas sendo de 1,1 g dm⁻³.

TABELA 3. Resultados da caracterização hídrica do solo da área experimental.

Camada (cm)	Equação (Genuchten)	R ²
0 - 20	$\theta = \frac{0,46}{\left[1 + (1,4 * \psi_m)^{4,707}\right]^{0,116}} + 0,078$	0,925
20 - 40	$\theta = \frac{0,375}{\left[1 + (0,985 * \psi_m)^{6,917}\right]^{0,127}} + 0,238$	0,958

θ =umidade volumétrica (cm³ cm⁻³); ψ_m =potencial matricial (kPa)

3.2 Cultivar

Utilizou-se a cultivar Casca Dura Ikeda, com as características: formato dos frutos cônico, peso médio do fruto de 110- 140 g, tamanho médio dos frutos de 12x7 cm, coloração dos frutos verde escuro brilhante/vermelho e a colheita de 110 a 120 dias (EMBRAPA HORTALIÇAS, 2011).

3.3 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 24 tratamentos em esquema fatorial de 6 x 4 (formas de adubação e reposição de água no solo, respectivamente). Quanto à adubação, foram seis formas: adubação mineral e adubação com composto de lixo orgânico (4 t ha⁻¹, 8 t ha⁻¹, 12 t ha⁻¹ e 16 t ha⁻¹), mais uma testemunha sem adição de adubos. Quanto às reposições de água no solo foram de 70%, 100%, 130% e 160% da lâmina necessária para elevar o solo à capacidade de campo. Foram utilizadas três repetições, sendo cada parcela experimental composta por seis plantas, das quais as duas localizadas no centro da parcela foram utilizadas para coleta dos dados. Na Figura 1 está um esquema geral do delineamento experimental.

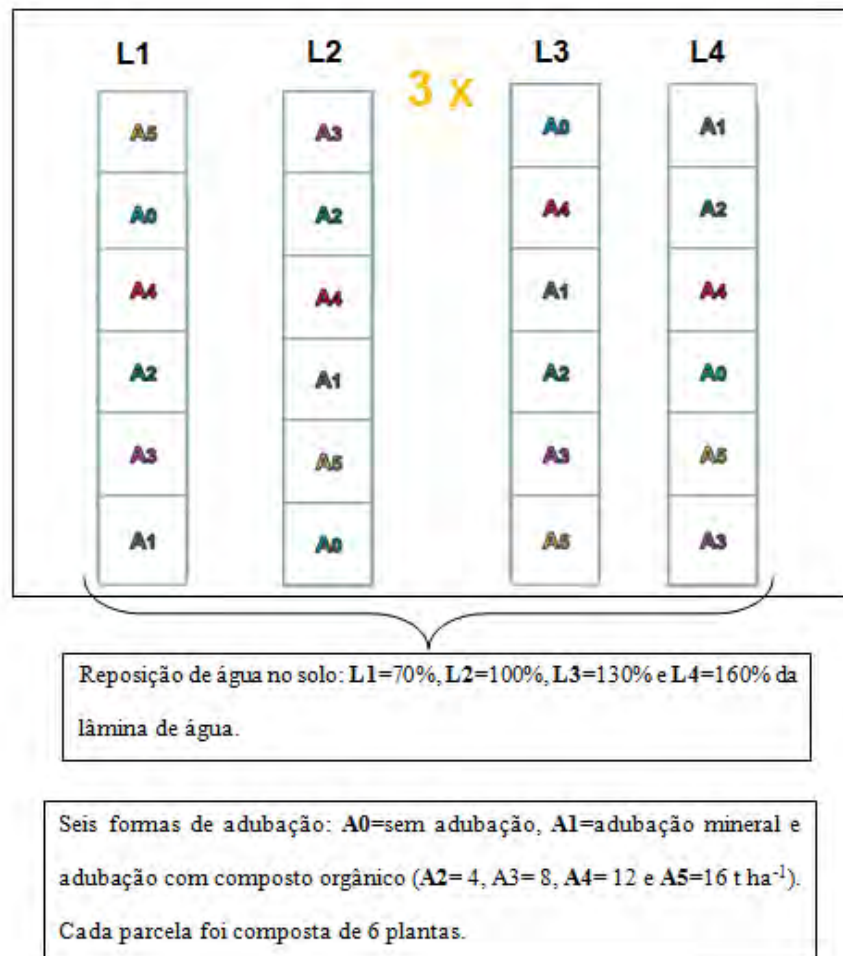


FIGURA 1. Demonstrativo do delineamento experimental.

3.4 Instalação do experimento e tratos culturais

Foi realizado o revolvimento manual do solo com posterior nivelamento (utilizando-se enxada) e transplântio das mudas. A Figura 2 mostra o aspecto geral da área experimental após o preparo do solo.



FIGURA 2. Estufa modelo arco utilizada na condução experimental e aspecto geral da área.

As sementes foram semeadas em substratos adicionados em bandejas de poliestireno expandido e posteriormente transplantadas aos 30 dias após semeadura.

A adubação mineral seguiu recomendações da CFSEMG (1999) e foi realizada 10 (dez) dias antes do transplântio das mudas adicionando-se NPK, sendo que o potássio e o nitrogênio foram parcelados em 6 (seis) aplicações. As adubações com o composto de lixo orgânico também foram realizadas em cada tratamento 10 (dez) dias antes do transplântio das mudas.

O composto de lixo foi obtido em São José do Rio Preto (SP), cidade que realiza a coleta seletiva de lixo e a compostagem do lixo orgânico.

Demais tratos culturais seguiram recomendações de FILGUEIRA (2000). Ao atingir 20 dias após o transplântio, foi adicionada cobertura morta em todo solo da estufa (palhada de *Brachiaria*), de aproximadamente 10 cm de altura.

As colheitas foram realizadas quando os frutos de pimentão apresentavam cor verde brilhante e tamanho adequado para a cultivar. Os frutos foram pesados, medidos

e classificados como comerciais e não comerciais de acordo com a Norma de Classificação do Pimentão para Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros (HORTIBRASIL, 2009). Na Figura 3 estão as características de plantas e frutos da cultivar analisada.

Foi realizada também análise do composto de lixo orgânico, no laboratório Labfert localizado no município de Uberaba, MG (anexo 1) onde se pôde constatar que todos os elementos analisados estavam abaixo dos limites máximos de contaminantes admitidos em fertilizantes orgânicos. Os elementos analisados foram: selênio, chumbo, cromo, arsênio, cádmio, níquel e mercúrio. Analisaram-se também os microorganismos Coliformes Termotolerantes, Salmonella e ovos viáveis de Helmintos (os quais também estavam, segundo análise, abaixo dos limites máximos admitidos).



FIGURA 3. Plantas e frutos da cultivar analisada.

3.5 Sistema e manejo da irrigação

A irrigação foi efetuada por tubos gotejadores com vazão de 3 L h^{-1} (um por planta), autocompensantes. O bombeamento da água de irrigação foi realizado com um conjunto motobomba com 0,7355 kW de potência, a partir de um reservatório com capacidade para 5.000 litros. Registros para controle da saída da água de irrigação foram colocados em cada tratamento de reposição para adição correta das lâminas por meio do controle de tempo de irrigação.

Em três parcelas do tratamento 100% e adubação mineral foram instaladas baterias de tensiômetros para monitorar a lâmina de irrigação. O cálculo do tempo de irrigação foi realizado com base nos sensores de 0,1 e 0,3 m. Com as tensões observadas, foram calculadas as umidades correspondentes, a partir das curvas características a 0,1 e 0,3 m (Tabela 3). De posse dessas umidades e daquela correspondente à capacidade de campo e, ainda, considerando a profundidade do sistema radicular estratificado em duas subcamadas (0-20 cm e 20-40 cm), foram calculadas as lâminas de reposição (Equações 1, 2 e 3). As irrigações foram efetuadas diariamente no período da manhã.

$$LL = (\theta_{cc} - \theta_{atual}) z \quad (1)$$

$$LB = LL/Ea \quad (2)$$

$$LB_{média} = LB_{média10cm} + LB_{média30cm} \quad (3)$$

em que:

LL = lâmina líquida de irrigação em cada subcamada (mm);

θ_{cc} = umidade na capacidade de campo ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$);

θ_{atual} = umidade no momento de irrigar ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$);

z = profundidade do sistema radicular (mm);

LB = lâmina bruta de irrigação (mm);

Ea = eficiência de aplicação do sistema (0,9);

$LB_{média10cm}$ = lâmina obtida pela média das leituras dos sensores instalados a 0,10m;

$LB_{média30cm}$ = lâmina obtida pela média das leituras dos sensores instalados a 0,30m.

Fez-se a reposição de água no solo com 70%, 100%, 130% e 160% da lâmina de água adicionada para elevar o solo diariamente à capacidade de campo. Com base na quantidade de água aplicada para repor o solo na capacidade de campo (100%), calculou-se a reposição para os demais tratamentos, ou seja: 70%, 130% e 160%.

3.6 Características avaliadas

As características avaliadas foram: a) produtividade da cultura: os frutos considerados comerciais foram pesados em seis colheitas e obtidos os valores de peso total dos frutos em cada planta; b) número de frutos: contagem dos frutos de cada parcela durante as colheitas; c) altura das plantas e diâmetro do caule: coletados aos 50, 75, 90 e 105 dias após o transplântio, utilizando-se uma trena para a altura das plantas (medindo-se do solo ao ápice) e um paquímetro digital para o diâmetro do caule (medindo-se a 2 cm do solo); e d) eficiência do uso da água: relação entre produtividade de cada tratamento e quantidade de água aplicada durante o ciclo da cultura.

3.7 Análise estatística

Todas as características foram submetidas à análise de variância, sendo os efeitos dos tratamentos estudados por meio de análise de regressão ou do Teste Tukey, conforme o caso. As análises de variância e teste de médias foram realizadas segundo técnicas usuais do software ESTAT.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Número de frutos

A análise estatística revelou diferença entre as adubações, as reposições e interação dos fatores (Teste F a 1% de probabilidade) para o número de frutos. Na Tabela 4 estão as médias do número de frutos em função das adubações dentro de cada reposição de água no solo. Quando a reposição de água no solo foi efetuada integralmente (100% de reposição) a média do número de frutos foi similar entre a adubação mineral e as adubações com composto de lixo de 16 t ha⁻¹, 12 t ha⁻¹ e 8 t ha⁻¹ e 4 t ha⁻¹ e sem adubação. A média do número de frutos observada neste trabalho é compatível com o que FILGUEIRA (2000) assegura em relação aos benefícios da adubação orgânica, que segundo o mesmo, têm sido reconhecidos, ressaltando-se que a incorporação de materiais orgânicos, torna o solo um substrato mais propício à agricultura. Ela possui algumas características como o aumento da capacidade de infiltração e retenção de água, a melhoria na estrutura e porosidade do solo, a disponibilidade e a absorção de nutrientes, o aumento da vida microbiana útil, entre outras.

TABELA 4. Médias do número de frutos por planta em função das formas de adubação dentro de cada reposição de água no solo.

Formas de adubação	Reposição de água (%)			
	70	100	130	160
Mineral	69,33 a ¹	76,00 a	80,66 a	31,33 a
16 t ha ⁻¹	59,66 ab	67,33 a	64,66 ab	35,33 a
12 t ha ⁻¹	54,66 ab	64,33 ab	57,00 b	26,33 a
8 t ha ⁻¹	45,00 bc	63,00 ab	50,33 b	30,00 a
4 t ha ⁻¹	31,00 cd	44,66 bc	48,66 b	30,66 a
Sem adubação	22,00 d	26,33 c	28,66 c	18,00 a

¹ as médias seguidas pela mestra letra na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey.

Independentemente da forma de adubação, houve aumento do número de frutos em função das reposições até aproximadamente 100% com posterior decréscimo (Figura 4). Assim provavelmente lâminas excessivas promoveram lixiviação de nutrientes e falta de aeração no solo resultando em menores números de frutos. Valores aproximados foram observados por CARVALHO et al. (2011) os quais trabalhando com pimentão vermelho irrigado com diferentes reposições de água (50%, 75%, 100%, 125% e 150% da evapotranspiração da cultura- ETc) aplicadas durante a condução do experimento, verificaram que o número médio de frutos por planta, considerando-se todos os tratamentos de irrigação, obteve valor de 16,49. O maior número de frutos por planta foi obtido no tratamento de 125% de reposição da lâmina. Pode-se afirmar também que resultados semelhantes aos resultados deste trabalho foram o observados por GADISSA & CHEMEDA (2009) citados por CARVALHO et al. (2011) os quais avaliaram o efeito de três lâminas de irrigação (50%, 75% e 100% da ETc) e dois métodos de plantio na cultura do pimentão e verificaram que o número de frutos foi maior nos tratamentos irrigados com 100% de ETc, com valor médio de 55 frutos por planta.

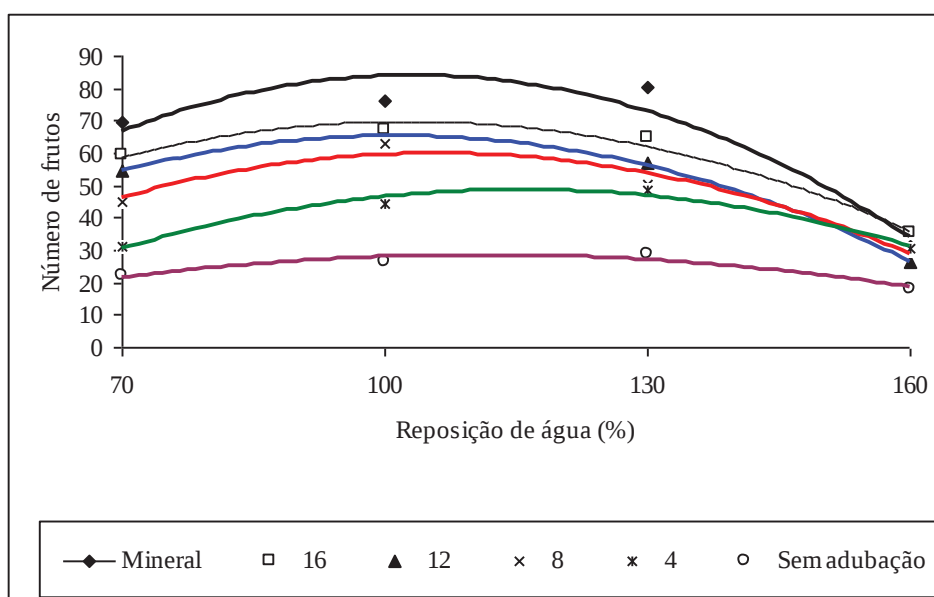


FIGURA 4. Número de frutos em função da reposição de água no solo para cada forma de adubação

$$(\text{Mineral}) \ y = -0,0156x^2 + 3,2133x - 81,979 \quad R^2 = 0,9109 \quad (4)$$

$$(16 \text{ t ha}^{-1}) \ y = -0,0103x^2 + 2,1117x - 38,613 \quad R^2 = 0,9792 \quad (5)$$

$$(12 \text{ t ha}^{-1}) \ y = -0,0112x^2 + 2,2695x - 49,618 \quad R^2 = 0,9976 \quad (6)$$

$$(8 \text{ t ha}^{-1}) \ y = -0,0106x^2 + 2,2566x - 59,642 \quad R^2 = 0,9527 \quad (7)$$

$$(4 \text{ t ha}^{-1}) \ y = -0,0088x^2 + 2,0327x - 68,81 \quad R^2 = 0,9706 \quad (8)$$

$$(\text{Sem adubação}) \ y = -0,0042x^2 + 0,9255x - 22,929 \quad R^2 = 0,9097 \quad (9)$$

4.2 Produtividade da cultura

Conforme Tabela 5 as maiores produtividades foram verificadas quando a adubação foi mineral. Para reposição de 100% as doses de composto de 16 t ha⁻¹, 12 t ha⁻¹ e 8 t ha⁻¹ foram iguais. Porém não foram iguais para 70% e 160%.

TABELA 5. Médias da produtividade (t ha⁻¹) em função das formas de adubação dentro de cada reposição de água no solo.

Formas de adubação	Reposição de água (%)			
	70	100	130	160
Mineral	52,09 a ¹	82,76 a	62,08 a	14,61 a
16 t ha ⁻¹	37,32 ab	44,34 b	37,49 b	12,89 a
12 t ha ⁻¹	29,86 bc	36,31 bc	39,39 b	10,96 a
8 t ha ⁻¹	18,66 bcd	30,24 bc	23,06 bc	10,70 a
4 t ha ⁻¹	11,63 cd	18,83 cd	23,41 bc	8,85 a
Sem adubação	4,73 d	6,54 d	7,47 c	5,53 a

¹ as médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey.

Embora as maiores produtividades foram em relação a adubação mineral, verificou-se que os resultados em relação ao composto de lixo orgânico, também foram significativos. TEIXEIRA et al. (2003) também observaram a viabilidade do uso do composto orgânico de lixo orgânico na produção de mudas de Abieiro (*Pouteria caimito Ruiz et Pav.*) Radl.) utilizado como fonte de nutrientes e testado nas dosagens (volume) 0%, 10%, 20%, 30%, 40% e 50%, em mistura com solo superficial de área de capoeira, onde comprovaram que as melhores respostas são obtidas com o uso de dosagens

entre 10% e 30% de composto orgânico. As mudas atingiram maior produção de matéria seca na dose de 24% do composto e corresponderam a 12,6g de matéria seca da planta, não havendo assim necessidade de complementação com fertilizante mineral.

Resultado semelhante ao verificado em número de frutos foi encontrado em produtividade. Ou seja, a reposição que proporcionou melhores produtividades, independente da forma de adubação, foi a integral, ou seja, 100% de reposição (Figura 5).

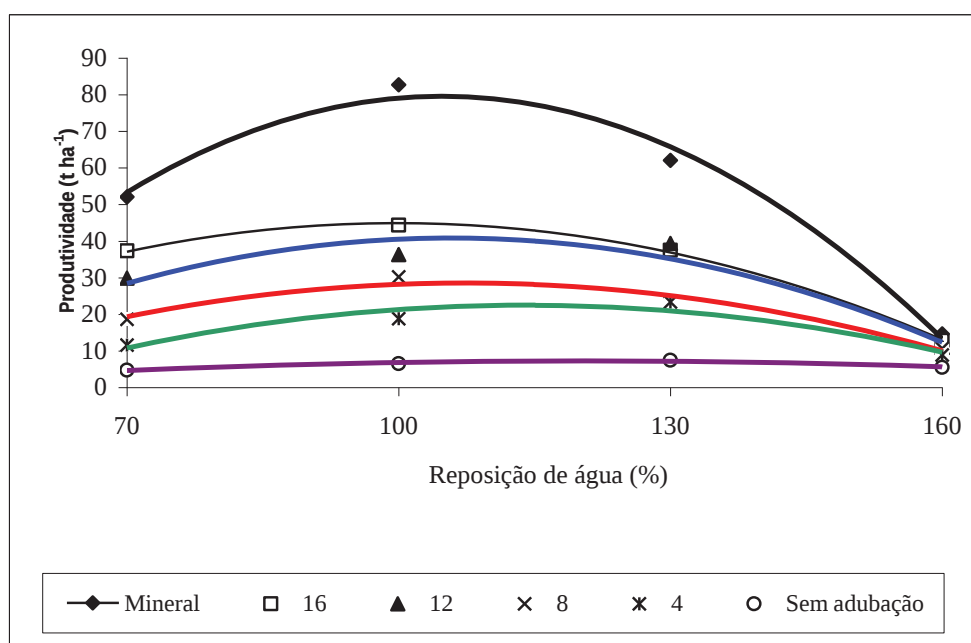


FIGURA 5. Produtividade em função da reposição de água no solo para cada forma de adubação

$$(\text{Mineral}) y = -0,0217x^2 + 4,5485x - 158,72 \quad R^2 = 0,9877 \quad (10)$$

$$(16 \text{ t ha}^{-1}) y = -0,0088x^2 + 1,753x - 42,548 \quad R^2 = 0,9987 \quad (11)$$

$$(12 \text{ t ha}^{-1}) y = -0,0097x^2 + 2,0497x - 67,551 \quad R^2 = 0,9188 \quad (12)$$

$$(8 \text{ t ha}^{-1}) y = -0,0067x^2 + 1,426x - 47,894 \quad R^2 = 0,9541 \quad (13)$$

$$(4 \text{ t ha}^{-1}) y = -0,006x^2 + 1,3777x - 56,016 \quad R^2 = 0,8972 \quad (14)$$

$$(\text{Sem adubação}) y = -0,001x^2 + 0,2507x - 7,8132 \quad R^2 = 0,9536 \quad (15)$$

Para encontrar a reposição de água que proporciona a máxima produtividade para cada forma de adubação as equações 10 a 15 foram derivadas e igualou-se o produto a 0 (zero) determinando a produtividade máxima física (Tabela 6). Nota-se que a menor reposição de água é de 99,6% quando a adubação é efetuada com 16 t ha⁻¹ e a maior quando não houve adubação com 125,3% de reposição. A máxima produtividade física foi alcançada quando a adubação foi mineral com 104,8% de reposição de água (produtividade de 79,63 t ha⁻¹).

TABELA 6. Reposição de água no solo ótima e produtividade ótima em função das formas de adubação.

Formas de adubação	Reposição de água no solo ótima (%)	Produtividade máxima (t ha⁻¹)
Mineral	104,8	79,63
16 t ha ⁻¹	99,6	44,75
12 t ha ⁻¹	105,6	40,72
8 t ha ⁻¹	106,4	27,98
4 t ha ⁻¹	114,8	23,06
Sem adubação	125,3	7,82

SABONARO & GALBIATTI (2007) avaliando o comportamento de mudas de ipê-roxo em diferentes substratos (composto de lixo, Plantmax, esterco de gado curtido, vermiculita e solo) e dois níveis de irrigação (100% e 150% da evapotranspiração) verificaram que o composto de lixo orgânico prejudica o seu crescimento, determinando menores valores de altura da parte aérea e diâmetro do colo independentemente da dose aplicada. Quanto aos níveis de irrigação testados, o nível de irrigação 150% ETc destacou-se em relação ao nível 100% ETc. Alguns resultados são diferentes em relação aos observados neste trabalho provavelmente porque se trata de espécies diferentes.

Em relação ao composto de lixo orgânico foi observado por FACHINI et al. (2004) estudando os níveis de irrigação e de composto de lixo orgânico na formação de mudas cítricas em casa de vegetação, resultados diferentes deste trabalho, onde verificaram

com relação à época de enxertia, que o substrato 3, composto de 60% de casca de pínus e 40% de lixo orgânico, foi considerado o melhor, evidenciando a possibilidade de utilização do composto de lixo orgânico para a produção de mudas cítricas. O substrato 5, com 100% de composto de lixo, não promoveu bom desenvolvimento das plantas de cítrus, não sendo viável a sua utilização em plantios comerciais. O nível de irrigação 3, que correspondeu a 150% da evaporação do atmômetro, foi o que proporcionou o melhor desenvolvimento das plantas em todos os substratos.

VILAS-BOAS et al. (2008) também observaram resultado diferente em um trabalho de avaliação técnica e econômica da produção de duas cultivares de alface, em função de lâminas de irrigação (75%, 100%, 125% e 150% de reposição de água), cultivadas sob ambiente protegido, verificaram que as maiores produtividades foram obtidas aplicando-se lâminas de irrigação superiores a 100% de reposição de água, e que possivelmente, isso ocorreu por causa da eficiência global do sistema, ou seja, não houve eficiência de 100% de absorção de água (há perdas por percolação, redistribuição de água no solo, áreas com déficit hídrico). Concluíram que as maiores produtividades (total e comercial) foram obtidas com a aplicação da lâmina de irrigação de 240 mm (121,2% de reposição de água).

4.3 Altura de plantas

A análise de variância revelou efeito significativo entre os tratamentos (interação dos fatores estudados) para altura das plantas em todas as datas de coleta.

Na Tabela 7 estão os valores médios de altura das plantas para cada reposição de água no solo em função das formas de adubação aos 50 DAT (dias após o transplântio das mudas). Nota-se que quando a irrigação foi efetuada com 100% de reposição de água no solo não houve diferença entre os tratamentos de adubação. Isto provavelmente se deve ao tempo de exposição das plantas aos tratamentos testados. Porém quando a irrigação foi efetuada com as demais reposições houve diferença estatística notando-se que a adubação orgânica foi favorável a altura de plantas. Na Figura 6 estão os dados médios das alturas das plantas em função das reposições de

água no solo coletadas aos 50 DAT. Houve aumento da altura das plantas até aproximadamente 100% a 130% de reposição com posterior decréscimo (exceto quando a adubação foi realizada com 12 t ha⁻¹ de composto de lixo orgânico).

TABELA 7. Médias da altura das plantas (cm) aos 50 dias após transplante em função das formas de adubação dentro de cada reposição de água no solo.

Formas de adubação	Reposição de água (%)			
	70	100	130	160
Sem adubação	36,50 c ¹	51,16 a	49,83 a	41,16 a
Adub. Mineral	46,66 ab	52,00 a	51,16 a	40,83 a
4 t ha ⁻¹	41,83 b	50,33 a	49,66 a	39,33 ab
8 t ha ⁻¹	43,00 b	49,66 a	48,83 a	41,66 a
12 t ha ⁻¹	48,33 a	50,00 a	41,00 b	43,00 a
16 t ha ⁻¹	44,66 ab	47,66 a	50,50 a	35,66 b

¹ as médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey.

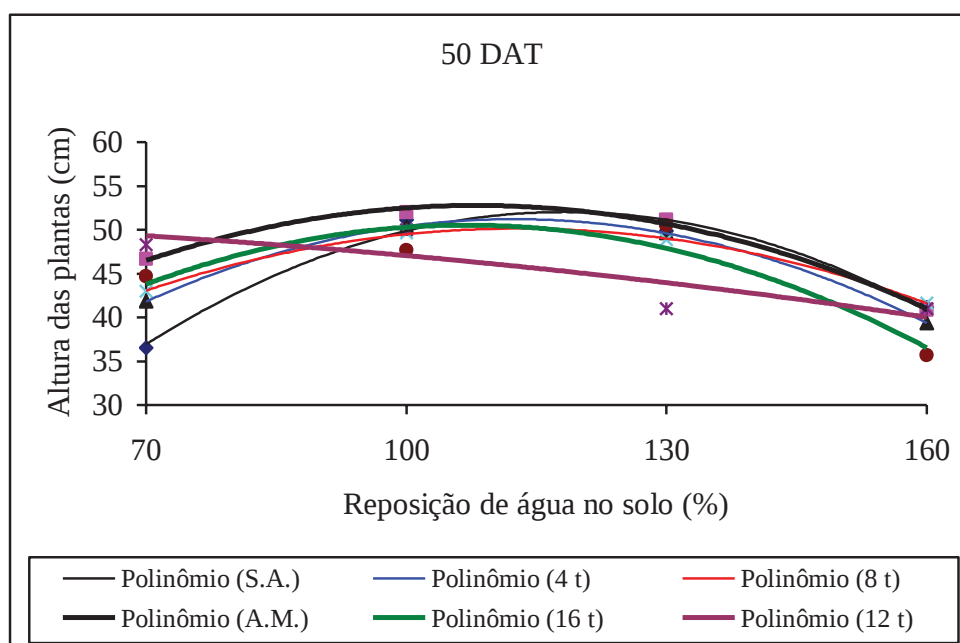


FIGURA 6. Altura das plantas aos 50 DAT em função da reposição de água no solo para cada forma de adubação.

$$(\text{Mineral}) y = -0.0044x^2 + 0.94x + 2.0204 \quad R^2 = 0,993 \quad (16)$$

$$(16 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.005x^2 + 1.0592x - 6.0809 \quad R^2 = 0,8763 \quad (17)$$

$$(12 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.0005x^2 + 0.0034x + 51.349 \quad R^2 = 0,7158 \quad (18)$$

$$(8 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.0038x^2 + 0.8674x + 1.1625 \quad R^2 = 0,9987 \quad (19)$$

$$(4 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.0052x^2 + 1.1758x - 14.87 \quad R^2 = 0,9999 \quad (20)$$

$$(\text{Sem adubação}) y = -0.0065x^2 + 1.5327x - 38.601 \quad R^2 = 0,9747 \quad (21)$$

Nas Tabelas 8, 9 e 10 estão os valores médios de altura das plantas para cada reposição de água em função das formas de adubação aos 75, 90 e 105 DAT respectivamente. Nas Figuras 7, 8 e 9 estão os valores médios de altura das plantas em função das reposições de água no solo para cada forma de adubação aos 75, 90 e 105 DAT respectivamente.

TABELA 8. Médias da altura das plantas (cm) aos 75 dias após transplante em função das formas de adubação dentro de cada reposição de água no solo.

Formas de adubação	Reposição de água (%)			
	70	100	130	160
Sem adubação	38,66 c ¹	53,33 ab	51,66 b	43,66 b
Adub. Mineral	52,66 a	59,33 a	59,33 a	47,33 ab
4 t ha ⁻¹	44,66 bc	55,00 ab	52,00 b	45,00 ab
8 t ha ⁻¹	46,00 b	54,33 ab	51,66 b	50,66 a
12 t ha ⁻¹	48,33 ab	54,33 ab	44,33 c	44,26 ab
16 t ha ⁻¹	46,00 b	52,00 b	54,00 ab	43,66 b

¹ as médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey.

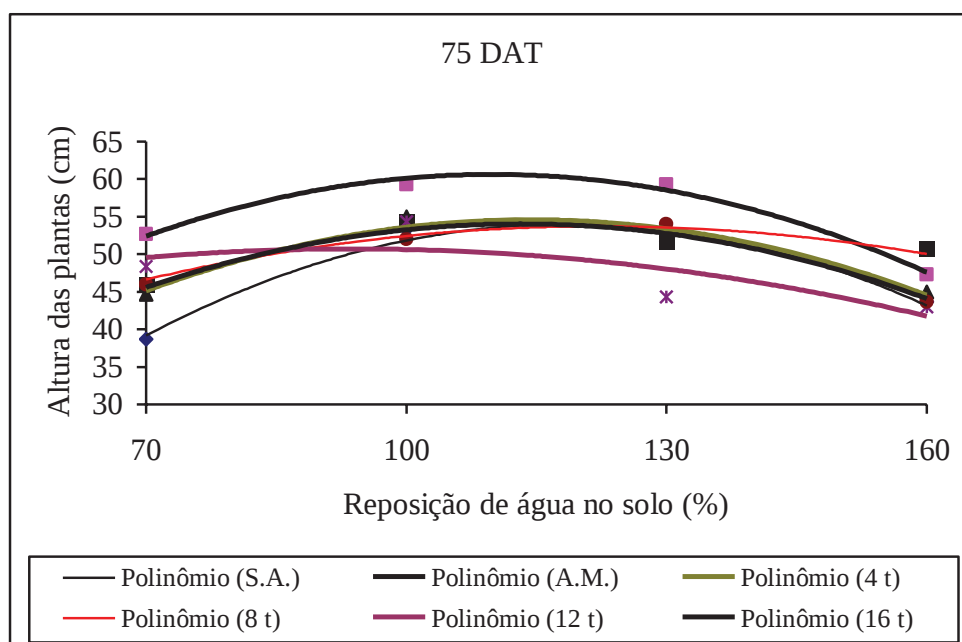


FIGURA 7. Altura das plantas aos 75 DAT em função da reposição de água no solo para cada forma de adubação.

$$\text{(Mineral)} y = -0.0052x^2 + 1.1395x - 1.9599 \quad R^2 = 0,986 \quad (22)$$

$$(4 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.0048x^2 + 1.1012x - 8.3577 \quad R^2 = 0,9453 \quad (23)$$

$$(8 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.0026x^2 + 0.6338x + 14.968 \quad R^2 = 0,7782 \quad (24)$$

$$(12 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.002x^2 + 0.3817x + 32.823 \quad R^2 = 0,608 \quad (25)$$

$$(16 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.0045x^2 + 1.0272x - 4.0812 \quad R^2 = 0,9514 \quad (26)$$

$$\text{(Sem adubação)} y = -0.0063x^2 + 1.4928x - 34.479 \quad R^2 = 0,9648 \quad (27)$$

TABELA 9. Médias da altura das plantas (cm) aos 90 dias após transplante em função das formas de adubação dentro de cada reposição de água no solo.

Formas de adubação	Reposição de água (%)			
	70	100	130	160
Sem adubação	40,33 c ¹	53,83 b	54,66 bc	43,66 b
Adub. Mineral	55,33 a	63,00 a	62,33 a	51,00 a
4 t ha ⁻¹	47,33 b	56,33 b	56,00 ab	49,66 ab
8 t ha ⁻¹	48,66 b	56,6 ab	53,00 bc	52,33 a
12 t ha ⁻¹	51,66 ab	54,33 b	48,33 c	49,33 ab
16 t ha ⁻¹	48,66 b	52,66 b	55,00 b	46,33 ab

¹ as médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey.

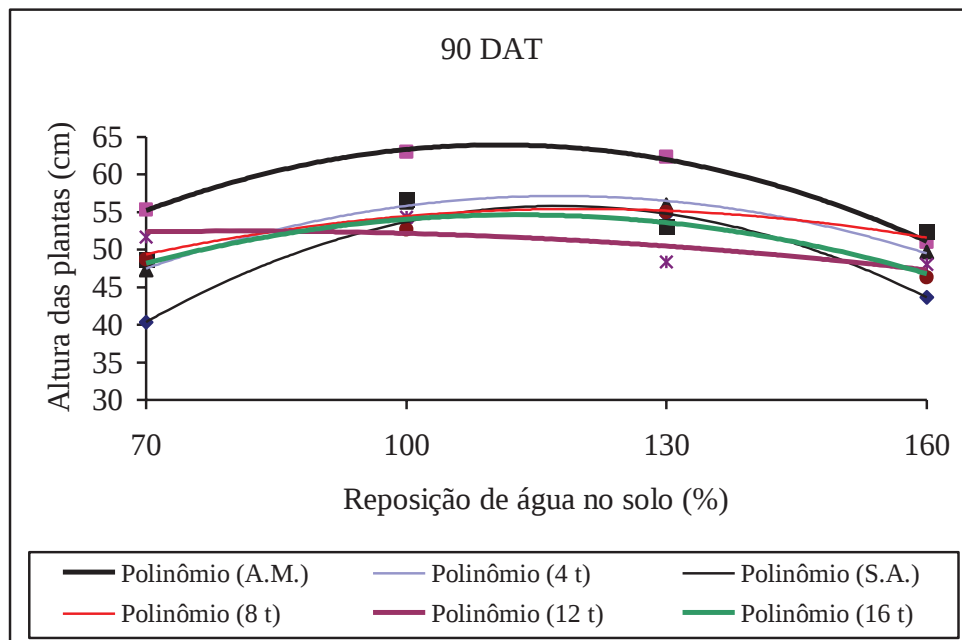


FIGURA 8. Altura das plantas aos 90 DAT em função da reposição de água no solo para cada forma de adubação.

$$\text{(Mineral)} y = -0.0053x^2 + 1.1684x - 0.7098 \quad R^2 = 0,9973 \quad (28)$$

$$(4 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.0043x^2 + 1.0023x - 1.7824 \quad R^2 = 0,9911 \quad (29)$$

$$(8 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.0024x^2 + 0.5784x + 20.704 \quad R^2 = 0,667 \quad (30)$$

$$(12 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.0008x^2 + 0.1351x + 47.006 \quad R^2 = 0,6185 \quad (31)$$

$$(16 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.0035x^2 + 0.794x + 9.8597 \quad R^2 = 0,9041 \quad (32)$$

$$\text{(Sem adubação)} y = -0.0068x^2 + 1.6013x - 38.375 \quad R^2 = 0,9998 \quad (33)$$

TABELA 10. Médias da altura das plantas (cm) aos 105 dias após transplante em função das formas de adubação dentro de cada reposição de água no solo.

Formas de adubação	Reposição de água (%)			
	70	100	130	160
Sem adubação	41,44 c ¹	56,00 b	57,33 b	47,00 b
Adub. Mineral	58,33 a	75,66 a	64,33 a	53,00 ab
4 t ha ⁻¹	50,33 b	57,66 b	56,00 b	53,00 ab
8 t ha ⁻¹	51,00 b	60,00 b	57,00 b	54,00 a
12 t ha ⁻¹	55,00 ab	57,33 b	53,00 b	52,33 ab
16 t ha ⁻¹	51,00 b	55,00 b	54,66 b	48,33 ab

¹ as médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey.

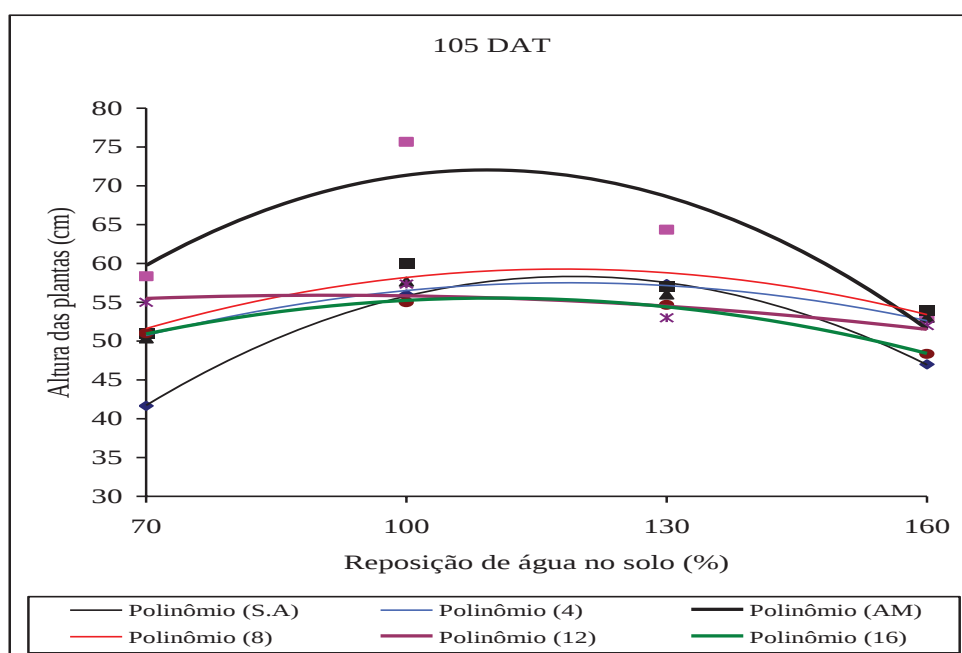


FIGURA 9. Altura das plantas aos 105 DAT em função da reposição de água no solo para cada forma de adubação.

$$(\text{Mineral}) y = -0.008x^2 + 1.74x - 23.027 \quad R^2 = 0,8553 \quad (34)$$

$$(4 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.0029x^2 + 0.6811x + 17.093 \quad R^2 = 0,9075 \quad (35)$$

$$(8 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.0033x^2 + 0.7867x + 12.867 \quad R^2 = 0,84 \quad (36)$$

$$(12 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.0009x^2 + 0.1683x + 48.25 \quad R^2 = 0,7002 \quad (37)$$

$$(16 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.0029x^2 + 0.6321x + 20.728 \quad R^2 = 0,9955 \quad (38)$$

$$(\text{Sem adubação}) y = -0.0069x^2 + 1.634x - 39.072 \quad R^2 = 0,9995 \quad (39)$$

4.4 Diâmetro do caule das plantas

Houve interação significativa entre os fatores estudados para do diâmetro do caule. As médias do diâmetro do caule estão nas Tabelas 11, 12, 13 e 14 e Figuras 10, 11, 12 e 13. A mesma tendência foi verificada, ou seja, aumento da variável com posterior decréscimo após aumento da reposição de água no solo.

TABELA 11. Médias do diâmetro do caule (mm) aos 50 dias após transplante em função das formas de adubação dentro de cada reposição de água no solo.

Formas de adubação	Reposição de água (%)			
	70	100	130	160
Sem adubação	10,76 bc ¹	12,00 bc	12,38 ab	10,20 abc
Adub. Mineral	13,40 a	16,40 a	14,93 a	11,96 a
4 t ha ⁻¹	11,33 ab	10,90 bc	10,83 b	11,00 ab
8 t ha ⁻¹	9,20 bc	12,80 bc	12,03 b	9,31 bc
12 t ha ⁻¹	10,26 bc	13,00 b	12,36 ab	9,00 bc
16 t ha ⁻¹	8,46 c	10,43 c	9,93 b	8,00 c

¹ as médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey.

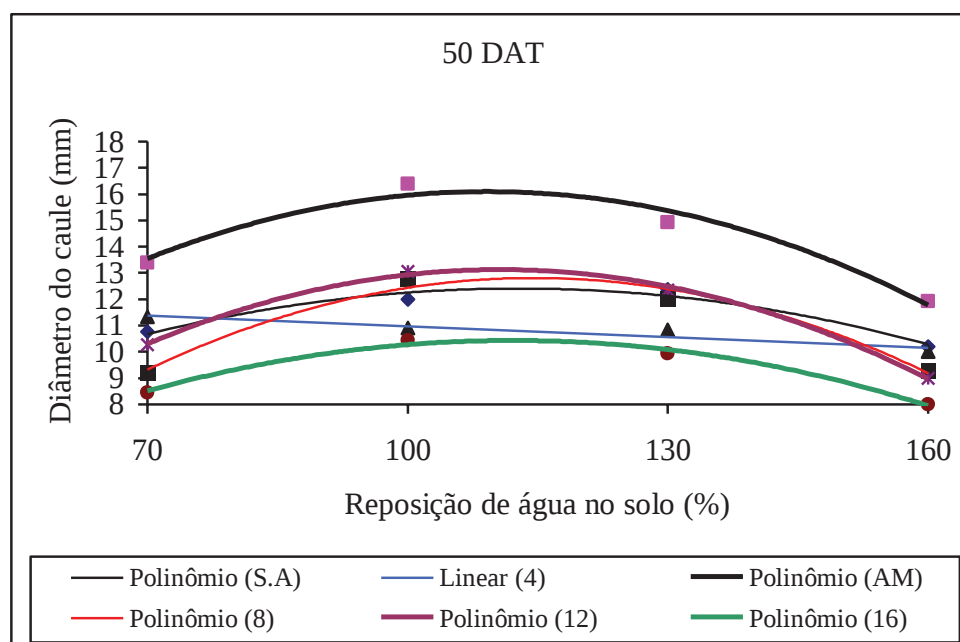


FIGURA 10. Diâmetro do caule das plantas aos 50 DAT em função da reposição de água no solo para cada forma de adubação.

$$(\text{Mineral}) y = -0.0017x^2 + 0.3637x - 3.7477 \quad R^2 = 0,9613 \quad (40)$$

$$(4 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.0135x + 12.321 \quad R^2 = 0,8892 \quad (41)$$

$$(8 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.0018x^2 + 0.4023x - 10.239 \quad R^2 = 0,9715 \quad (42)$$

$$(12 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.0017x^2 + 0.3786x - 7.8171 \quad R^2 = 0,9966 \quad (43)$$

$$(16 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.0011x^2 + 0.2429x - 3.1827 \quad R^2 = 0,9866 \quad (44)$$

$$(\text{Sem adubação}) y = -0.001x^2 + 0.2142x + 0.3383 \quad R^2 = 0,9542 \quad (45)$$

TABELA 12. Médias do diâmetro do caule (mm) aos 75 dias após transplante em função das formas de adubação dentro de cada reposição de água no solo.

Formas de adubação	Reposição de água (%)			
	70	100	130	160
Sem adubação	15,96 c ¹	16,65 ab	16,22 a	12,31 a
Adub. Mineral	15,50 a	18,76 a	16,66 a	14,31 a
4 t ha ⁻¹	13,23 ab	13,03 bc	12,90 a	13,33 a
8 t ha ⁻¹	11,50 b	14,50 bc	16,00 a	12,13 a
12 t ha ⁻¹	15,66 a	14,16 bc	13,63 a	14,23 a
16 t ha ⁻¹	13,06 ab	11,00 c	13,63 a	11,66 a

¹ as médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey.

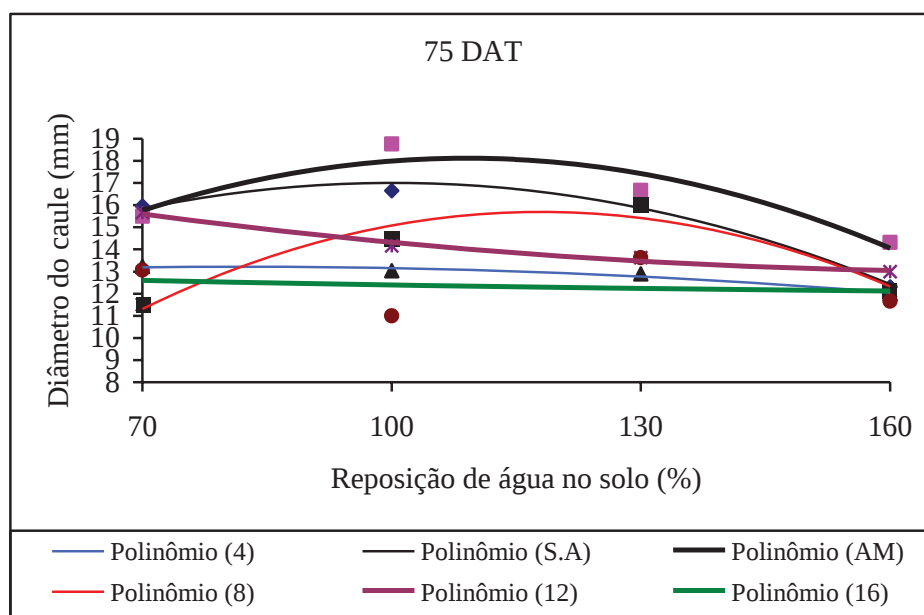


FIGURA 11. Diâmetro do caule das plantas aos 75 DAT em função da reposição de água no solo para cada forma de adubação.

$$\text{(Mineral)} y = -0.0016x^2 + 0.3395x - 0.3748 \quad R^2 = 0,8789 \quad (46)$$

$$(4 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.0002x^2 + 0.032x + 11.902 \quad R^2 = 0,9602 \quad (47)$$

$$(8 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.0019x^2 + 0.4502x - 10.858 \quad R^2 = 0,9429 \quad (48)$$

$$(12 \text{ t ha}^{-1}) y = 0.0002x^2 - 0.0839x + 20.299 \quad R^2 = 0,9852 \quad (49)$$

$$(16 \text{ t ha}^{-1}) y = 3E-05x^2 - 0.011x + 13.242 \quad R^2 = 0,8282 \quad (50)$$

$$\text{(Sem Adubação)} y = -0.0013x^2 + 0.256x + 4.1862 \quad R^2 = 0,9769 \quad (51)$$

TABELA 13. Médias do diâmetro do caule (mm) aos 90 dias após transplante em função das formas de adubação dentro de cada reposição de água no solo.

Formas de adubação	Reposição de água (%)			
	70	100	130	160
Sem adubação	17,10 a ¹	18,50 b	19,35 a	14,93 a
Adub. Mineral	18,16 a	25,66 a	18,50 a	17,35 a
4 t ha ⁻¹	14,71 a	18,13 b	15,33 a	15,66 a
8 t ha ⁻¹	13,93 a	16,80 b	19,26 a	14,56 a
12 t ha ⁻¹	17,10 a	17,50 b	14,96 a	15,10 a
16 t ha ⁻¹	16,36 a	14,70 b	15,33 a	14,66 a

¹ as médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey.

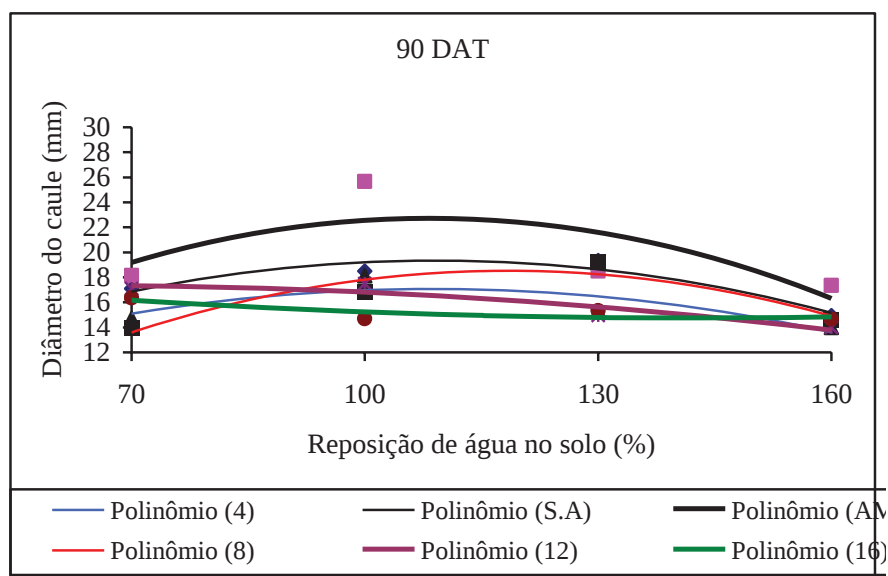


FIGURA 12. Diâmetro do caule das plantas aos 90 DAT em função da reposição de água no solo para cada forma de adubação.

$$(\text{Mineral}) y = -0.0024x^2 + 0.5207x - 5.4799 \quad R^2 = 0,6217 \quad (52)$$

$$(4 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.0013x^2 + 0.287x + 1.4671 \quad R^2 = 0,6987 \quad (53)$$

$$(8 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.0021x^2 + 0.4981x - 10.974 \quad R^2 = 0,8702 \quad (54)$$

$$(12 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.0004x^2 + 0.0474x + 15.858 \quad R^2 = 0,8797 \quad (55)$$

$$(16 \text{ t ha}^{-1}) y = 0.0003x^2 - 0.0782x + 20.304 \quad R^2 = 0,7588 \quad (56)$$

$$(\text{Sem adubação}) y = -0.0016x^2 + 0.353x + 0.078 \quad R^2 = 0,9004 \quad (57)$$

TABELA 14. Médias do diâmetro do caule (mm) aos 105 dias após transplante em função das formas de adubação dentro de cada reposição de água no solo.

Formas de adubação	Reposição de água (%)			
	70	100	130	160
Sem adubação	19,36 a ¹	18,70 bc	20,83 a	15,83 a
Adub. Mineral	21,00 a	27,33 a	21,00 a	19,66 a
4 t ha ⁻¹	17,00 a	21,83 ab	17,33 a	16,60 a
8 t ha ⁻¹	15,50 a	19,16 bc	20,50 a	16,33 a
12 t ha ⁻¹	18,33 a	19,50 bc	18,40 a	15,80 a
16 t ha ⁻¹	18,00 a	15,06 c	17,06 a	15,66 a

¹ as médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey

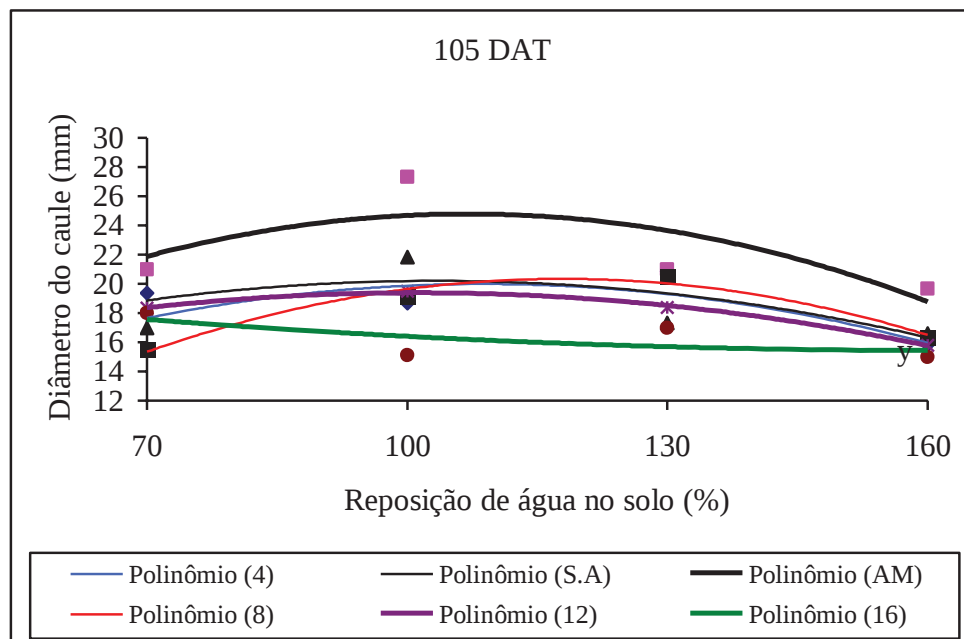


FIGURA 13. Diâmetro do caule das plantas aos 105 DAT em função da reposição de água no solo para cada forma de adubação.

$$\text{(Mineral)} y = -0.0021x^2 + 0.4555x + 0.4353 \quad R^2 = 0,663 \quad (58)$$

$$(16 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.0015x^2 + 0.3362x + 1.6872 \quad R^2 = 0,6215 \quad (59)$$

$$(12 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.0022x^2 + 0.513x - 9.9132 \quad R^2 = 0,9693 \quad (60)$$

$$(8 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.001x^2 + 0.2119x + 8.6673 \quad R^2 = 0,996 \quad (61)$$

$$(4 \text{ t ha}^{-1}) y = 0.0002x^2 - 0.0812x + 22.022 \quad R^2 = 0,6184 \quad (62)$$

$$\text{(Sem adubação)} y = -0.0012x^2 + 0.2491x + 7.3358 \quad R^2 = 0,6275 \quad (63)$$

Resultado semelhante em relação à reposição de 100% de água foi encontrado por SANTANA et al. (2010) quando trabalharam com tomateiro irrigado a níveis de reposição de água no solo onde as reposições aplicadas foram de 70%, 100%, 130%, 160% e 190%, sendo as características avaliadas: diâmetro do colo (caule) e altura da planta aos 55 dias após o transplântio (DAT) e espaçados de 15 dias. Concluíram que lâminas menores ou maiores ocasionaram perdas de produtividade, em relação à reposição de 100%. Tendência semelhante ao encontrado em produtividade e número

de frutos foi verificada em relação ao diâmetro de caule e altura da planta. O excesso de água e o déficit hídrico promoveram menores valores das variáveis, independente da data de coleta. MARQUES (2003) mostrou que a altura da planta da berinjela foi prejudicada pelo aumento do déficit hídrico, e que, a redução do diâmetro da haste esta diretamente ligada ao aumento dos níveis de reposição de água. Por outro lado lâminas excessivas provocam ambiente com falta de aeração para as plantas, bem como favorecem a disseminação de doenças e perdas de nutrientes por lixiviação, culminando em plantas menos desenvolvidas (SANTANA, 2007).

4.5 Eficiência do uso da água

Na Tabela 15 estão os valores de lâminas aplicadas durante a condução experimental em cada tratamento.

TABELA 15. Lâminas de água aplicadas nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Lâminas aplicadas (mm)
70%	345
100%	491
130%	638
160%	785

Observaram-se menores valores de eficiência do uso da água (EUA) com o aumento da reposição de água no solo (Figura 14). Valores semelhantes foram encontrados por MARQUES (2003), GARRIDO (1998) e SANTANA (2004). O excesso de água no solo promove dentre outras a asfixia das raízes diminuindo a absorção, o que acarreta em queda de produtividade e uma menor eficiência do uso da água (SANTANA, 2007). O maior valor de EUA foi encontrado quando a irrigação foi realizada com 100% de reposição e adubação mineral (169 kg mm^{-1}). Quando se adubou com composto de lixo urbano o maior valor de EUA foi verificado com reposição de 70% e aplicação de 16 t ha^{-1} do adubo.

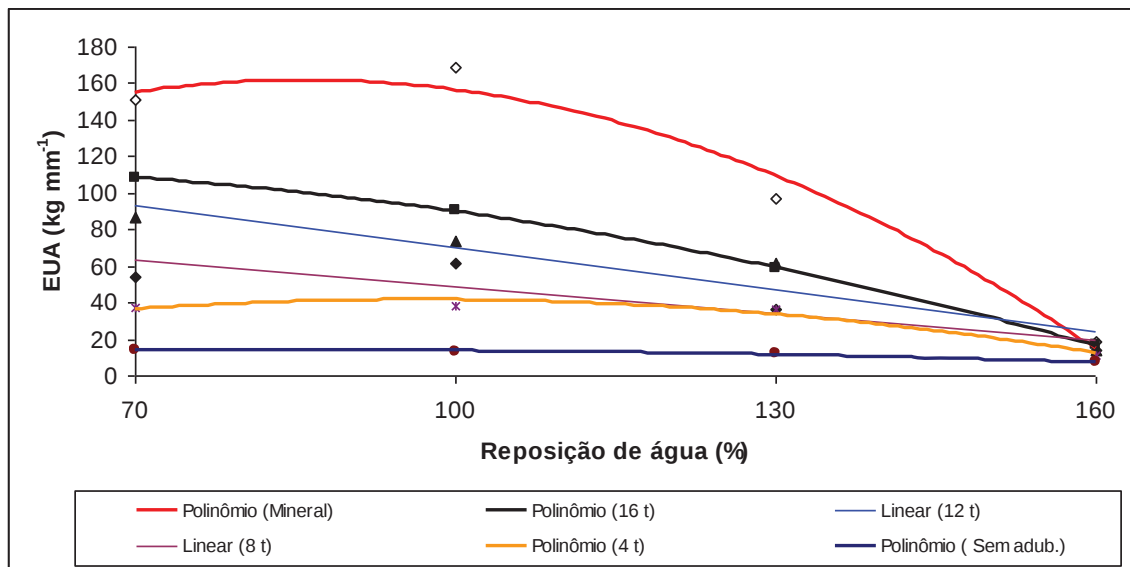


FIGURA 14. Eficiência do uso da água (EUA) em função da reposição de água no solo.

$$(\text{Mineral}) y = -0.0267x^2 + 4.5882x + 35.118 \quad R^2 = 0,9757 \quad (64)$$

$$(16 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.0068x^2 + 0.5407x + 103.77 \quad R^2 = 0,999 \quad (65)$$

$$(12 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.7666x + 147.21 \quad R^2 = 0,8762 \quad (66)$$

$$(8 \text{ t ha}^{-1}) y = -0.4893x + 97.627 \quad R^2 = 0,7882 \quad (67)$$

$$(4 \text{ t ha}^{-1}) y = 0.0073x^2 + 1.4201x - 27.162 \quad R^2 = 0,9568 \quad (68)$$

$$(\text{Sem adubação}) y = -0.0012x^2 + 0.2001x + 5.4093 \quad R^2 = 0,994 \quad (69)$$

5. CONCLUSÕES

Quando a reposição de água no solo foi efetuada integralmente (100% de reposição) a produtividade foi similar entre as adubações com composto de lixo orgânico de 16 t ha⁻¹, 12 t ha⁻¹ e 8 t ha⁻¹.

A reposição de água no solo que proporcionou maior produtividade foi de 104,8% sendo de 79,63 t ha⁻¹.

6. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. S.; ANDRADE, A. P. de; RAMALHO, C. L.; AZEVEDO, C. A. V. Cultivo do pimentão em condições protegidas sob diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n.5, p.559-565, 2009.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV. Imprensa Universitária, 1996. 596 p.

CARVALHO, J. A.; REZENDE, F. C.; AQUINO, R. F.; FREITAS, W. A. de. & OLIVEIRA, E. C. Análise produtiva e econômica do pimentão-vermelho irrigado com diferentes lâminas, cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n.6, p.569-574, 2011.

CARVALHO, S. I. C. de & BIANCHETTI, L. de B. Botânica e recursos genéticos. In: PIMENTAS CAPSICUM. RIBEIRO, C. S. da C.; LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C... [et al.]. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 200p.

CARVALHO, S. I. C. de & BIANCHETTI, L. de B. Sistema de produção de pimentas. Embrapa Hortaliças. Sistemas de Produção, 4. Botânica, dez. 2004. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/pimenta/botanica.htm>. Acesso em: 20 de set. 2011.

CFSEMG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p. (FAO, Estudos de irrigação e Drenagem, 33).

DOURADO NETO, D.; NIELSEN, D.R.; HOPANS, J.W.; PARLANGE, M.B. **Programa SWRC** (Version 1.00): Soil-Water Retention Curve (Software). Piracicaba: ESALQ; Davis: University of Califórnia, 1995. 2 disquetes.

EMBRAPA HORTALIÇAS. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço de Atendimento ao cidadão-SAC, fev. 2011.

FACHINI, E.; GALBIATTI, J. A.; PAVANI, L. C. Níveis de irrigação e composto de lixo orgânico na formação de mudas cítricas em casa de vegetação. *Revista Engenharia Agrícola* v.24, n.3, Jaboticabal, sept/dec 2004.

FILGUEIRA, F. A. R. 2000. **Novo manual de olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV. 412p.

GALBIATTI, J. A.; LUI, J. J. ; SABONARO, D. Z. ; BUENO, L. F.; SILVA, V. L. da. Formação de mudas de eucalipto com utilização de lixo orgânico e níveis de irrigação calculados por dois métodos. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.27, n.2, maio/ago. 2007.

GARRIDO, M. A. T. **Respostas do feijoeiro às lâminas de água e adubação nitrogenada**. 1998. 205 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GENUCHTEN, M.T. van. **A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils**. *Soil Science Society of America Journal* 44: 892-898. 1980.

HENZ, G. P.; COSTA, C.S. R. da; CARVALHO, S. e BANCI, C. A. **Como cultivar pimentão**. Revista *Cultivar Hortaliças e Frutas* n. 42, p. 2-7, fev./mar., 2007.

HORTIBRASIL, 2009. **Norma de classificação do pimentão para o programa brasileiro para a melhoria dos padrões comerciais e embalagens de hortigranjeiros**. Disponível em:

<http://www.hortibrasil.org.br/classificacao/pimentao/arquivos/norma.html>. Acesso em 20 de dezembro de 2009.

HORTIBRASIL. **Pimentão**. Disponível em: <http://www.hortibrasil.org.br/classificacao/pimentao/pimentao.html>. Acesso em 18/03/2010.

MANTOVANI, J. R.; FERREIRA, M. E. ; CRUZ, M. C. P. da & BARBOSA, J. C. Alterações nos atributos de fertilidade em solo adubado com composto de lixo urbano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 29:817-824, 2005.

MANTOVANI, José Ricardo; FERREIRA, Manoel Evaristo; CRUZ, Mara Cristina Pessoa da & ALVES, William Lopes. Extratores para avaliação da disponibilidade de metais pesados em solos adubados com vermicomposto de lixo urbano. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.4, p.371-378, abr. 2004.

MARCUSSI, F. F. N.; GODOY, L. J. G. de; VILLAS BÔAS, R. L. Fertirrigação nitrogenada e potássica na cultura do pimentão baseada no acúmulo de N e K pela planta. **Revista Irriga**, Botucatu, v.9, n. 1, p. 41-51, jan.-abr., 2004.

MARQUELLI, W. A. Tensiômetros para o controle de irrigação em hortaliças. **Circular Técnica**. n. 57, Embrapa Hortaliças. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2008.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. S.; SILVA, H. R. **Manejo da irrigação em hortaliças**. Embrapa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças – 5. ed., ver. ampl. – Brasília: Embrapa - SPI, 1996. 72p.

MARQUES, D. C. **Produção da berinjela (*Solanum melongena* L.) submetida a diferentes lâminas e concentrações de sais na água de irrigação**. 2003. 53p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MURAISHI R.I. **Compostos orgânicos como substratos na formação de mudas de Ipê amarelo [*Tabebuia chysotricha* (Mart. Ex DC.) Standl.] irrigado com água residuária**. 2008. 39 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). UNESP, Jaboticabal, Jaboticabal, 2008.

NOBILE F. O.; GALBIATTI, J. A.; MURAISHI, R. I.; CORDIDO, J. P. de BR; ANDRIÃO, MA. Doses de composto de lixo no substrato e dois níveis de irrigação em crisântemo. 2007. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 37, **Resumos...** Bonito: SBEA (CD-ROM).

REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Org.). **Capsicum. Pimentas e pimentões no Brasil**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/Embrapa Hortaliças, 2000. 113p.

REZENDE, F. V. Como plantar pimentão. **Revista Globo Rural**. Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com/GloboRural/0,6993,EEC1706851-4529,00.html>. 08/03/2010. Acesso em: 19/11/2011.

SABONARO, D. Z.; GALBIATTI, J. A. Efeito de níveis de irrigação em substratos para a produção de mudas de ipê-roxo. **Scientia Forestalis**, n.74, p. 95-102, jun.2007.

SANTANA, M. J. ; VIEIRA, T. A.; BARRETO, A. C.; CRUZ, O. C. Resposta do tomateiro irrigado a níveis de reposição de água no solo. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 15, n. 4, p. 443-454, outubro-dezembro, 2010.

SANTANA, M.J. **Resposta do feijoeiro comum a lâminas e épocas de suspensão da irrigação**. 2007. 108 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. de A.; FAQUIN, V.; QUEIROZ, T. M. Produção do pimentão (*Capsicum annuum* L.) irrigado sob diferentes tensões de água no solo e doses de cálcio. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1385-1391, 2004.

SANTANA, M. J. **Produção do pimentão (*Capsicum annuum* L.) em ambiente protegido, irrigado com diferentes lâminas de água salina**. 2004. 90 p.: il. Tese (Mestrado)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SANTOS, G; CAMARGO, F. 1999. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Ed Gênese edições. Porto Alegre, Brasil, 508 p.

SILVA F. C.; CHITOLINA, J. C.; NAKAJIMA, G. T. Especiação de metais pesados em solo tratado com composto de lixo urbano. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND COMPUTER EDUCATION. March 11-14, 2007, São Paulo, Brazil. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/5888/1/103.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2011.

TEIXEIRA, L. B.; CARVALHO, J. E. U. de; MÜLLER, Carlos Hans; FURLAN JÚNIOR, José; DUTRA, Saturnino. Uso de composto orgânico de lixo orgânico na produção de

mudas de abieiro. **Comunicado Técnico** n. 86, Embrapa Amazônia Oriental. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2003.

UBERABA EM DADOS, Prefeitura Municipal de Uberaba. Edição 2009, 23 p., ano base 2009. Disponível: <http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/desenvolvimento/arquivos/uberaba_em_dados/Edicao_2009/Capitulo01.pdf> . Acesso em 21 01 2012.

VERAS, L. R. V. A vermicompostagem do lodo de lagoas de tratamento de efluentes industriais consorciado com composto de lixo urbano. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro, v.9, n.3, p.218-224, jul./set. 2004.

VILAS-BOAS, R.C.; CARVALHO, J. de A.; GOMES, L.A.A.; SOUSA, A. M.G.de; RODRIGUES, R.C.; SOUZA, K.D. de. Avaliação técnica e econômica da produção de duas cultivares de alface tipo crespa em função de lâminas de irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.525-531, 2008.

7. ANEXOS



CLIENTE	MIRIAN TAVARES DIAS CARDOZO	20008821
SOLICITANTE	MIRIAN TAVARES DIAS CARDOZO	
ENDEREÇO	-	
CIDADE	UBERABA/MG	
PRODUTO	COMPOSTO ORGANICO	QTDE AMOSTRAS 1
COLETA	12/12/2011	ANALISE 27/12/2011 LIBERAÇÃO 28/12/2011

RESULTADO DE ANÁLISES

AMOSTRA RECEBIDA

COMPOSTO DE LIXO URBANO - ORIGEM SÃO JOSE DO RIO PRETO

METODOLOGIA

1 - MAPA IN 24 (20/06/2007)

2 - MAPA IN 62 (26/08/2003)

PARAMETROS	VALOR OBTIDO	UNIDADES	MÉTODO	REFERÊNCIA
Se (Selênio)	35	mg/Kg	VAPOR FRIO	1
Pb (Chumbo)	145	mg/Kg	ABORÇÃO ATÔMICA	1
Cr (Cromo)	170	mg/Kg	ABORÇÃO ATÔMICA	1
As (Arsênio)	< 0,05	mg/Kg	VAPOR FRIO	1
Cd (Cádmio)	< 0,05	mg/Kg	ABORÇÃO ATÔMICA	1
Ni (Níquel)	51	mg/Kg	ABORÇÃO ATÔMICA	1
Hg (Mercúrio)	< 0,05	mg/Kg	VAPOR FRIO	1
Coliformes Termotolerantes	420	NMP/g de MS	BAILINGER	2
Salmonella	Ausência	NMP/10g de ST	BAILINGER	2
Ovos Viáveis de Helmintos	< 1	n° em 4g ST	BAILINGER	2

Observações:

Resultados expressos em base seca

NMP - Número Mais Provável

CONCLUSÃO

RESPONSÁVEL PELO LABORATÓRIO

Antonio Pádua de Lima
CRQ-MG 04412410

Página 01 de 01

ANEXO V

LIMITES MÁXIMOS DE CONTAMINANTES ADMITIDOS EM FERTILIZANTES ORGÂNICOS

Contaminante	Valor máximo admitido
Arsênio (mg/kg)	20,00
Cádmio (mg/kg)	3,00
Chumbo (mg/kg)	150,00
Cromo (mg/kg)	200,00
Mercúrio (mg/kg)	1,00
Níquel (mg/kg)	70,00
Selênio (mg/kg)	80,00
Coliformes termotolerantes - número mais provável por grama de matéria seca (NMP/g de MS)	1.000,00
Ovos viáveis de helmintos - número por quatro gramas de sólidos totais (nº em 4g ST)	1,00
<i>Salmonella</i> sp	Ausência em 10g de matéria seca

Nota:

1. Para os fertilizantes organominerais, o valor máximo admitido para cada contaminante será obtido pela soma dos valores deste Anexo V com os valores referentes às garantias dos nutrientes, calculados pelo Anexo I ou Anexo II desta Norma, conforme o caso.

Fonte: BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretário de Defesa Agropecuária. Brasília, DF. **Instrução Normativa nº 27**. Brasília, 05 jun. 2006.