UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI – UFVJM

ALISSON JOSÉ EUFRÁSIO DE CARVALHO

USO DE COMPOSTO DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA TÊXTIL NA CULTURA DA ALFACE

DIAMANTINA - MG
2012

ALISSON JOSÉ EUFRÁSIO DE CARVALHO

USO DE COMPOSTO DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA TÊXTIL NA CULTURA DA ALFACE

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador
Prof. Dr. Paulo Henrique Grazziotti

DIAMANTINA - MG
2012

ALISSON JOSÉ EUFRÁSIO DE CARVALHO

USO DE COMPOSTO DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA TÊXTIL NA CULTURA DA ALFACE

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em..... de ..... de 2012

Prof. Dr. Cássio Hamilton Abreu Júnior - CENA/USP
Membro

Prof. Dr. Enilson de Barros Silva - UFVJM
Membro

Prof. Dr. Valter Carvalho de Andrade Júnior - UFVJM
Membro

Prof. Dr. Paulo Henrique Grazziotti - UFVJM
Presidente

DIAMANTINA - MG
2012

OFEREÇO

Ao Senhor meu Deus, sempre presente na minha vida.

DEDICO

Àos meus pais Ana (in memorian) e Antônio, que me ensinaram a ser um "homem de bem". As minhas irmãs Ariomar e Aretuza pelo apoio incondicional. As minhas irmãs da segunda geração Luiza e Lorena pelos momentos de descontração. A minha namorada Suelen pelo apoio, companheirismo e paciência em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) pela oportunidade de realização do curso e pela contribuição na minha formação acadêmica.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo.

A minha família pelo apoio incondicional em todos os momentos.

Ao professor Paulo Henrique Grazziotti, pela orientação e conselhos desde a graduação e durante o mestrado, os quais foram fonte de muito aprendizado.

Aos professores Enilson de Barros Silva e Valter Carvalho de Andrade Júnior pelas orientações para conclusão deste trabalho.

Aos amigos Lidiomar Costa, Marcus Flavius, Sheila Santos, Kívia Barbosa, Stefane Araújo e Alex Denner Gonçalves pelo apoio e momentos divertidos durante esta jornada.

Aos amigos e familiares que sempre torceram por mim.

Aos funcionários do setor de Olericultura da UFVJM pela ajuda na condução do experimento.

RESUMO

CARVALHO, Alisson José Eufrásio de. USO DE COMPOSTO DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA TÊXTIL NA CULTURA DA ALFACE. 2012. 48p. (Dissertação - Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

O crescimento populacional e o cenário industrial têm aumentado à produção de resíduos sólidos e líquidos. Este trabalho teve como objetivo avaliar o uso do composto de resíduos da indústria têxtil na cultura da alface, em campo. As doses de composto orgânico de resíduos da indústria têxtil foram 0; 7,5; 15; 30 e 60 m^3 ha^{-1} e essas foram comparadas as mesmas doses de vermicomposto e a dose de 40 m^3 ha^{-1} de esterco bovino (tratamento adicional). Os tratamentos foram dispostos em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições em esquema de parcela subdividida, sendo as parcelas as fontes de fertilizantes e as subparcelas as doses. A dose econômica máxima de composto para a massa fresca da parte aérea foi de 27,9 m^3 ha^{-1}. Em relação ao vermicomposto, o composto promoveu maiores teores de P, Cu e Mn e resultado semelhante quanto à respiração basal, número de folhas, perda acumulada de massa fresca, senescência e teores de N, K, Ca, S, B, Zn e Fe. Em relação ao esterco, estimou-se que dose equivalente do composto promove maiores teores de carbono orgânico e de macronutrientes, e foi semelhante quanto à respiração basal, perda acumulada de massa fresca, senescência e teores B, Zn, Fe e Mn. Em relação a outros resíduos citados na literatura o composto promoveu maior ou igual diâmetro máximo da cabeça, número de folhas, massa fresca da parte aérea, perda acumulada de massa fresca, teores de N, P, K, S, B, Zn e Cu. Os teores de Cu e Mn nas plantas de alface fertilizadas com o composto foram abaixo dos valores considerados tóxicos para consumo humano. A compostagem foi eficiente para o tratamento dos resíduos tóxicos da indústria têxtil e o composto pode ser usado em substituição ao esterco bovino na cultura da alface.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L., resíduos industriais, composto orgânico, compostagem e adubação orgânica

ABSTRACT

CARVALHO, Alisson José Eufrásio de. USE OF COMPOST WASTE OF TEXTILE INDUSTRY IN FERTILIZATION OF LETTUCE. 2012**.** 48p. Dissertation (Masters in Vegetable Production) – Federal University of Valley of Jequitinhonha and Mucuri, Diamantina, 2012.

Population growth and industrial landscape have increased the production of solid and liquid waste. This study aimed to evaluate the use of compost waste from the textile industry in lettuce in the field. The doses of organic waste from the textile industry were 0; 7,5; 15, 30 and 60 m^3 ha^{-1} and these were compared with the same doses of vermicompost and the dose of 40 m^3 ha^{-1} of cattle manure (additional treatment). The treatments were arranged in randomized blocks, with four replications in a split-plot, and the sources of fertilizer plots and subplots doses. The economic dose of compound for maximum fresh weight of shoots was 27,9 m^3 ha^{-1}. In relation to humus, compost showed higher levels of P, Cu and Mn and a similar result as the basal respiration, leaf number, cumulative loss of weight, senescence and N, K, Ca, S, B, Zn and regarding Fe manure, it was estimated that the equivalent dose of the compound promotes higher levels of organic carbon and nutrients, and was similar for basal respiration, accumulated loss of weight, senescence and B levels, Zn, Fe and Mn. For other wastes reported in the literature the compound promoted or greater diameter of the head, leaf number, shoot fresh weight, cumulative loss of weight, N, P, K, S, B, Zn and Cu . The Cu and Mn in lettuce fertilized with compost were below those toxic for human consumption. Composting is effective for treatment of toxic waste from the textile industry and the compound can be used in place of manure on lettuce.

Key words: *Lactuca sativa* L., industrial waste, composting, organic compost and organic fertilization.

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1 Pilha de compostagem (a), detalhe do resíduo da indústria têxtil (b), composto obtido aos 176 dias de compostagem (c) e detalhe do composto (d). 09

Figura 2 Respiração basal aos 30 dias (a) e carbono orgânico (b), do solo cultivado com plantas de alface fertilizadas com doses crescentes de composto orgânico da indústria têxtil e vermicomposto de esterco bovino, e com 40 m^3 ha^{-1}de esterco bovino (5ª Aproximação)..... 13

Figura 3 Massa fresca da parte aérea (a), massa seca da parte aérea (b), diâmetro (c) e número de folhas (d) de plantas de alface fertilizadas com doses crescentes de composto orgânico da indústria têxtil e vermicomposto de esterco bovino, e com 40 m^3 ha^{-1} de esterco bovino (5ª Aproximação)..... 15

Figura 4 Perda acumulada de massa fresca com a respectiva porcentagem avaliada até 72 horas após a colheita em plantas de alface fertilizadas com doses crescentes de composto, vermicomposto e com 40 m^3 ha^{-1} de esterco bovino e conservadas a temperatura ambiente..... 17

Figura 5 Notas atribuídas ao grau de senescência em plantas de alface fertilizadas com doses crescentes de composto, vermicomposto e com 40 m^3 ha^{-1} de esterco bovino, conservadas a temperatura ambiente por até 72 horas após a colheita..... 18

Figura 6 Teores de N, P, K, Ca, Mg e S na parte aérea de plantas de alface fertilizadas com doses crescentes de composto, vermicomposto e com 40 m^3 ha^{-1} de esterco bovino..... 20

Figura 7 Teores de B, Zn, Fe, Cu e Mn na parte aérea de plantas de alface fertilizadas com doses crescentes de composto, vermicomposto e com 40 m^3 ha^{-1} de esterco bovino..... 22

LISTA DE TABELAS

Pág.

Tabela 1 Caracterização química do Neossolo, composto, vermicomposto e esterco bovino..... 10

SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO……	i
ABSTRAT……	ii
LISTA DE FIGURAS……	iii
LISTA DE TABELAS……	iv
1 INTRODUÇÃO……..……..……	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO…..……..……...	02
2.1 Crescimentos populacional e industrial.....	02
2.2 Indústria têxtil.....	03
2.3 Tratamentos de resíduos orgânicos.....	04
2.4 Cultura da alface.....	05
2.5 Efeitos da adubação orgânica em alface.....	06
2.6 Atividade microbiana e carbono orgânico.....	07
2.7 Conservação pós-colheita.....	07
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	09
3.1 Local e obtenção dos fertilizantes orgânicos.....	09
3.2 Delineamento experimental.....	11
3.3 Produção de mudas e preparo do solo.....	11
3.4 Plantio das mudas e adubação de cobertura.....	11
3.5 Avaliação da respiração basal e carbono orgânico do solo.....	12
3.6 Avaliação da produção e conservação pós-colheita das plantas.....	12
3.7 Determinação dos teores de nutrientes.....	13
3.8 Análise estatística.....	13
4 RESULTADOS.....	14
4.1 Atividade microbiana e carbono orgânico.....	14
4.2 Diâmetro, número de folhas e massa fresca e seca da parte aérea.....	15
4.3 Conservação pós-colheita.....	17
4.4 Teores de macronutrientes.....	20
4.5 Teores de micronutrientes.....	22
5 DISCUSSÃO.....	24
CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
ANEXOS.....	38

1 INTRODUÇÃO

A demanda crescente de alimentos e bens de consumo faz com que o homem transforme, cada vez mais, matérias-primas em produtos acabados, gerando volumes maiores de resíduos. Esses resíduos necessitam de destino final sustentável, técnico e ambientalmente adequado, além de economicamente viável. Assim, atualmente os resíduos são uma grande preocupação dos órgãos públicos, quanto a tratamento e destinação, e quando não aproveitados constituem um desperdício de nutrientes.

As estopas sujas de óleo e graxa usadas na manutenção das máquinas, classificadas como resíduos altamente tóxicos (Classe I), necessitam de tratamento (Lei federal 12.305/10) antes de serem descartadas no ambiente, pois poderiam provocar a contaminação do solo, da água e das plantas, e assim prejudicar a qualidade de vida da população. Uma possibilidade para o tratamento desses resíduos é a biodegradação microbiana pela compostagem. A compostagem transforma resíduos em fertilizante orgânico, contribuindo para a ciclagem dos nutrientes. A utilização desta técnica em resíduos industriais tem aumentado devido à pressão para reciclar os resíduos orgânicos gerados durante os processos de produção.

O fertilizante orgânico produzido pela compostagem melhora as características físicas, químicas e biológicas, aumenta a retenção de água, agregação, porosidade, capacidade de troca de cátions e a atividade microbiana do solo, sendo, portanto, uma excelente forma de produção de fertilizante orgânico para adubação de hortaliças.

A alface é a hortaliça folhosa de maior valor comercial cultivada no Brasil, é consumida, com maior frequência, em saladas cruas e sanduíches. Assim, devido o seu crescimento rápido, e por ser consumida *in natura*, esta hortaliça apresenta grande potencial como bioindicador para avaliar a eficiência da compostagem dos resíduos da indústria têxtil contaminados com óleo e graxa e viabilidade do uso do composto produzido na produção de alimentos para o homem.

Na literatura não foram encontrados trabalhos de compostagem de resíduos contaminados com óleo e graxa, assim o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso do composto de resíduos da indústria têxtil na cultura da alface.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Crescimentos populacional e industrial

Segundo estimativas, em 2050, o planeta deverá abrigar um número superior a nove bilhões de habitantes, isto é, mais ou menos 2,5 bilhões de pessoas a mais do que possui atualmente e mantendo as tendências demográficas observadas na atualidade, até 2050 a quase totalidade do crescimento da população mundial acontecerá em áreas urbanas (MINIWEB, 2011). De acordo com dados do censo demográfico de 2010, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população brasileira atingiu a marca de 190.755.799 habitantes e segundo estimativas do IBGE, a população brasileira em 2050, será de aproximadamente 259,8 milhões de habitantes (IBGE, 2011).

A produção industrial mundial cresceu 6,5% no primeiro trimestre de 2011, em comparação com o mesmo período do ano anterior, pelos cálculos da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (EXAME, 2011). A China foi a principal responsável por esse crescimento, com uma produção 14,3% maior no primeiro trimestre de 2011, comparado ao mesmo período de 2010 (ONU, 2011). A produção brasileira no primeiro trimestre de 2011, aumentou em 7,5%, em comparação ao mesmo período do ano anterior e na América Latina, destacaram-se Argentina (8,5%), Chile (7,8%) e Peru (5,8%) (ONU, 2011).

O crescimento populacional e o cenário industrial têm aumentado à produção de resíduos sólidos e líquidos, que demanda o desenvolvimento de tecnologias e estudos que utilizem e transformem estes materiais a fim de reduzir a agressão ao meio-ambiente (FIGUEIREDO e TANAMATI, 2010). Com estes crescimentos os problemas devido à ação antrópica têm atingido dimensões catastróficas, podendo ser observadas através de alterações na qualidade do solo, ar e água (KUNZ et al., 2002).

Nesse sentido, segmentos industriais e de pesquisa tem se unido com intuito de viabilizar o destino final de resíduos, já que a utilização dos resíduos orgânicos para fins agrícolas deve se basear em princípios metodológicos, tecnológicos, sanitários, agronômicos e socioeconômicos (ZAPPAROLI, 2011).

2.2 Indústria têxtil

A cadeia produtiva têxtil do Brasil hoje é formada por 30.000 empresas entre fiações, tecelagens, malharias, estamparias, tinturarias e confecções, que geram 1,7 milhão de empregos dos quais 75%, é mão-de-obra feminina.

A cadeia produtiva do setor têxtil apresentou faturamento de US$ de 47 bilhões no ano de 2009 e US$ 52 bilhões em 2010 (ABIT, 2011). Os investimentos no setor em 2010 somaram US$ 2 bilhões, contra US$ 867 milhões em 2009 (ABIT, 2011). O Brasil é o quinto maior produtor têxtil do mundo. O setor têxtil de confecções é um dos que mais emprega no país, sendo o segundo maior empregador da indústria de transformação (13,15% dos empregos) e segundo maior gerador do primeiro emprego. O setor têxtil brasileiro representa 3,5% do PIB total brasileiro (ABIT, 2011).

Algumas indústrias aproveitam restos de tecido de algodão na manutenção das máquinas, que após o uso são classificados como perigosos (Classe I), de acordo com a Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 10.004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004) por ficarem impregnados com óleos e graxas, produtos inflamáveis e tóxicos. Este tipo de resíduo não deve ser descartado no ambiente sem prévio tratamento, pois, os hidrocarbonetos e metais presentes neste resíduo podem contaminar fontes de água, solo, ar e animais.

Os resíduos sólidos industriais inventariados no estado de Minas Gerais, em 2010, foram de 96.349.582,93 t, e 2,17 % desse total foram classificados como resíduos perigosos Classe I (FEAM, 2011). Do total de resíduos gerados 77,38 % foram reutilizados na própria empresa, 21,80 % foram encaminhados para tratamento fora da empresa e 0,82 % sem destinação definida, ou seja, aqueles resíduos que estavam sendo armazenados temporariamente na empresa (FEAM, 2011). Do total de resíduos destinados para tratamento fora da empresa 8,78 % foram encaminhados para incorporação direta ao solo e 8,21 % foram encaminhados para compostagem (FEAM, 2011).

A única indústria têxtil citada no inventário de 2010 está localizada em Gouveia - MG, e esta foi responsável por gerar 2.198.016,60 t de resíduos sólidos, dos quais 98,74 % foram de resíduos de materiais têxteis contaminados ou não contaminados com substâncias ou produtos não perigosos (FEAM, 2011). Com relação aos resíduos perigosos classe I, a indústria têxtil produziu 491,0 t (FEAM, 2011).

Os resíduos provenientes das atividades industriais crescem em importância no cenário ambiental, sendo resultado de vários tipos de processos operacionais, que representa uma

produção de milhões de toneladas por dia em todo o mundo (GIFFONI e LANGE, 2005). Por isso, são de grande importância a reciclagem e a correta destinação dos resíduos gerados pelos processos produtivos, devido ao grande período para decomposição desses resíduos.

A reciclagem de resíduos industriais ainda possui índices insignificantes frente ao montante produzido (MENEZES et al., 2002). Daí a necessidade de se desenvolverem mecanismos para promover a conscientização e a busca de soluções para a implantação de tecnologias capazes de, a um só tempo, minimizar os impactos decorrentes da disposição destes resíduos no meio ambiente (GIFFONI e LANGE, 2005).

2.3 Tratamentos de resíduos orgânicos

A geração crescente e diversificada de resíduos sólidos nos meios urbanos e a necessidade de disposição final estão entre os mais sérios problemas ambientais enfrentados por países ricos e industrializados e pelas sociedades em desenvolvimento. Em face desta crescente produção de resíduos e a maior disponibilização dos serviços urbanos de limpeza e coleta, há maiores preocupações quanto ao destino final destes (REIS, 2005). Nem sempre os órgãos municipais têm a infraestrutura necessária para oferecer a destinação adequada, o que torna necessário buscar soluções técnicas e economicamente viáveis.

A legislação brasileira, através da lei federal 12.305/10 e da estadual 18.031/09, institui a Política Nacional e Estadual de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

Dentre as alternativas de destinação dos resíduos, destacam-se os aterros sanitários e controlados, incineração, reaproveitamento, reciclagem e compostagem. O aterro sanitário é considerado a solução mais viável, devido ao menor custo de investimento e operação quando comparado à incineração, por exemplo. No entanto, devido à carência de áreas próprias para o destino dos resíduos nas grandes cidades principalmente, tem-se adotado outras formas de tratamento e destinação final dos resíduos, tais como: coleta seletiva, reciclagem e compostagem (REIS, 2005).

A compostagem transforma os resíduos orgânicos em fertilizantes, contribuindo para o fechamento do ciclo dos nutrientes minerais (PROSAB, 1999; ANDREOLI, 2000; ANDREOLI e PEGORINI, 2000). A tendência mundial de reciclagem de resíduos orgânicos

através da compostagem tem sido uma importante estratégia para o gerenciamento integrado de resíduos (REIS, 2005).

A compostagem é uma alternativa viável e eficiente no tratamento de resíduos orgânicos agroindustriais, domésticos e urbanos, para descarte no ambiente ou uso agrícola. Caracteriza-se como um processo de decomposição aeróbica, em que há desprendimento de gás carbônico, água - na forma de vapor - e energia devido à ação dos microrganismos, obtendo como produto o húmus com potencial de utilização na agricultura, geralmente denominado de composto (ABREU JÚNIOR. et al., 2005; LOUREIRO et al., 2007).

O composto pode ser considerado um fertilizante orgânico e que aplicado ao solo em quantidades, épocas e formas adequadas, proporciona melhoria de suas qualidades físicas, químicas e biológicas que pode atuar como um corretivo da acidez, um complexante de elementos tóxicos e uma fonte de nutrientes às plantas, aumentando a produção de produtos de boa qualidade, sem causar danos ao solo, à planta e ao ambiente (KIEHL, 1985).

Nos últimos anos difundiu-se bastante o uso da compostagem como forma de tratamento de resíduos urbanos para obtenção de fertilizante orgânico. Dentre esses, o lodo de esgoto e o lixo urbano tem despertado grande interesse dos pesquisadores, devido ao aumento da produção de ambos. O lodo de esgoto e o lixo urbano são materiais ricos em matéria orgânica e nutrientes, o que os tornam potencialmente favoráveis para o uso agrícola (SAMPAIO et al., 2009).

2.4 Cultura da alface

A alface (*Lactuca sativa* L.) constitui uma importante fonte de sais minerais, principalmente de cálcio e de vitaminas, especialmente a vitamina A. Originária da Europa e da Ásia, a alface pertence à família Asteracea, como a alcachofra (*Cynara scolymus* L.), o almeirão (*Cichorium intybus* L.) e a escarola (*Cichorium endivia*), sendo conhecida desde 500 anos antes de Cristo (EMBRAPA, 2011). É uma planta tipicamente herbácea de caule diminuto, onde se inserem as folhas amplas e tenras crescendo na forma de roseta, formando ou não uma cabeça, de coloração em vários tons de verde ou roxo conforme a cultivar, sistema radicular pivotante com faixa de exploração principal quando transplantada, em torno de 20-25 cm de profundidade (YURI, 2004a).

No Brasil, a cultura da alface é amplamente cultivada, sendo a hortaliça folhosa mais consumida em residências, lanchonetes e restaurantes. Juntamente com o tomate, é também a hortaliça preferida para as saladas devido ao seu sabor agradável e refrescante, e facilidade de

preparo (FILGUEIRA, 2009). Em algumas centrais de distribuição, o conjunto das espécies de alface representa quase 50% de todas as folhosas que são comercializadas (EMBRAPA, 2011).

É uma hortaliça exigente quanto às características químicas e físicas do solo em que é cultivada (MARCHI, 2006; OLIVEIRA et al., 2009). Em razão disso, a adubação orgânica tem grande importância no cultivo dessa hortaliça, fazendo com que haja uma grande demanda por fertilizantes orgânicos com o objetivo de reduzir as quantidades de fertilizantes químicos (LOPES et al., 2005).

2.5 Efeitos da adubação orgânica em alface

A utilização de adubo orgânico tem sido uma boa opção para reduzir os gastos com fertilizantes minerais, e obter aumento de produtividade no cultivo de hortaliças, em decorrência da maior disponibilidade de nutrientes, especialmente N, P, S e micronutrientes; do aumento do valor do pH; do aumento da atividade de macro e microrganismos, bem como pelos efeitos indiretos da melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (KIEHL, 1985; SANTOS et al., 1999; SANTI et al., 2010). Os adubos orgânicos respondem por 80% do P total encontrado no solo, sendo uma fonte de nutrientes mais completa e equilibrada para as plantas do que os adubos minerais, sem haver grandes perdas por lixiviação (CARDOSO e OLIVEIRA, 2004). Diversos compostos orgânicos provenientes de diversos materiais podem ser utilizados no cultivo da alface.

O número de folhas em alface aumentou linearmente com adição de até 199,8 t ha^{-1} de biossólidos (LOPES et al., 2005), até 150 t ha^{-1} de esterco (PÔRTO, 2006). A adição de 120 t ha^{-1} de composto de palhada de feijão misturado com esterco de aves em alface aumentou o número de folhas de 31 para 37 folhas $planta^{-1}$ (VILAS BÔAS et al., 2004). A dose de 56,1 t ha^{-1} de composto de casca do grão de café, esterco de curral e palha triturada de *Crotalaria* sp. proporcionou massa fresca comercial de alface de 634,3 g $planta^{-1}$, 21,0 % maior que o controle sem o resíduo, e aumentou a qualidade comercial da alface americana (YURI et al., 2004b).

A aplicação de composto de lixo urbano aumentou linearmente a produção de alface em cultivo sucessivo (COSTA et al., 2001). A adubação orgânica possui um efeito residual que pode acarretar em aumento de produção às culturas subsequentes (SANTOS et al., 2001a). Estima-se que a máxima produção de massa seca pode ser obtida combinando-se doses de vermicomposto de lixo urbano entre 15 e 75 t ha^{-1} e saturação por bases desejada

entre 50 e 70% (MANTOVANI et al., 2003). A produção e a qualidade comercial da alface cultivada com a aplicação de lodo de esgoto de cervejaria não diferiram em comparação ao tratamento com esterco de galinha e adubação NPK (FERRAZ-JUNIOR et al., 2003). Portanto, apesar dos fertilizantes orgânicos aumentarem o número de folha, diâmetro, a massa fresca e seca, as doses que proporcionaram melhores resultados variaram de acordo com o tipo e origem do resíduo orgânico.

Apesar do uso de diferentes tipos de compostos na cultura da alface, não foi encontrado na literatura consultada o uso de composto de resíduos contaminados com óleo e graxa para fertilização na cultura da alface.

2.6 Atividade microbiana e carbono orgânico

A atividade microbiana é de grande importância para processos biológicos e bioquímicos do solo, pois influencia diretamente a transformação de nutrientes e compostos orgânicos, sendo a respiração do solo a medida mais usual para determinar a atividade microbiana do solo e também um indicador da qualidade do carbono orgânico disponível no solo aos microrganismos heterotróficos, sendo que quanto maior a quantidade de CO_2 liberada por unidade de peso de solo, maior a quantidade de substrato assimilável para o desenvolvimento da biomassa microbiana (ALEF e NANNIPIERI, 1995; FACCI, 2008; FREITAS et al., 2010).

Com a adição ao solo de um material rico em carbono orgânico, parte deste é utilizado pelos microrganismos como fonte de energia, o que promove aumento na atividade microbiana e consequente liberação de CO_2 (FIGUEIREDO e RAMOS, 2009). A capacidade de responder rapidamente a mudanças no ambiente do solo derivadas das alterações no manejo justifica o uso de microrganismos e processos microbianos como indicadores de qualidade (KENNEDY e PAPENDICK, 1995). Os atributos microbiológicos têm sido relatados por diversos autores como indicadores de qualidade do solo (TRINDADE et al., 2000; MATSUOKA et al., 2003; COSTA et al., 2006; FRANCHINI et al., 2007; ARAÚJO e MONTEIRO, 2007).

2.7 Conservação pós-colheita da alface

O comércio de hortaliças tem exigido dos produtores, cada vez mais, produtos de qualidade e a obtenção e a preservação dessa qualidade dependem da adoção de tecnologias

de pré e pós-colheita. Frutos, hortaliças, raízes e tubérculos são considerados produtos perecíveis, por se conservarem por pouco tempo, sendo, em alguns casos, por apenas alguns dias ou semanas (YURI, 2004a).

O nível potencial de perdas e o período de vida de prateleira de um determinado produto vegetal estão diretamente relacionados com as condições climáticas durante a produção e com práticas culturais adotadas, entre elas o uso correto de fertilizantes (CHITARRA e CHITARRA, 1990). Características físicas como cor, tamanho, forma, defeitos e deteriorações são aspectos que devem ser observados para a comercialização dos produtos olerícolas (NANNETTI, 2001).

O processo de senescência de folhosas ocorre principalmente em virtude do déficit hídrico proveniente da rápida perda de água (WILLS et al., 1981) e da ação de diversas enzimas catalíticas (SANTOS et al., 2001b). A redução da temperatura aumenta a conservação pós-colheita de folhosas, por diminuir a diferença de pressão de vapor entre a planta e o meio, reduzindo a perda de água (WILLS et al., 1981).

Solos bem balanceados, principalmente em relação a N, P, K, B e Zn, possibilitam maior qualidade e conservação pós-colheita (YURI, 2004a). Doses elevadas de N promovem maiores rendimentos de produção, entretanto, reduzem a vida pós-colheita das hortaliças (CHITARRA e CHITARRA, 1990). Plantas com níveis adequados de K apresentam maior capacidade de armazenamento (MALAVOLTA, 1980).

Com o aumento das exigências em termos de qualidade por parte dos consumidores, o processo produtivo deve ter como objetivo final produzir hortaliças de qualidade, com elevado valor nutritivo e maior conservação pós-colheita. Assim, torna-se de fundamental importância a avaliação do efeito de práticas de manejo sobre a produtividade, entre os quais o manejo da adubação; a qualidade química e física do produto e a longevidade durante o processo de comercialização (YURI, 2004a; ROCHA et al., 2006). Foi observado aumento da conservação pós-colheita em alface fertilizada com composto orgânico (SANTOS et al., 2001b). A conservação pós-colheita é uma importante característica em alface, pois assim que colhida é encaminhada para as feiras de abastecimentos e mercados locais, sendo armazenadas em locais inadequados. Portanto, uma maior conservação do produto após sua colheita é desejável e de considerável relevância (RESENDE, 2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local e obtenção dos fertilizantes orgânicos

O trabalho foi conduzido no setor de Olericultura do Departamento de Agronomia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Diamantina-MG, localizado nas coordenadas UTM 23K, 0651094E, 7986684N (*Datum SAD* 69), no período de fevereiro a junho de 2011, com temperatura média de 20,8 ºC e precipitação acumulada de 411,8 mm. O solo da área onde foi conduzido o experimento é classificado como Neossolo Quartizarênico Órtico típico (EMBRAPA, 2006) (Tabela 1), sendo este o primeiro cultivo da área.

Tabela 1. Caracterização química do Neossolo, composto, vermicomposto e esterco bovino.

Amostras	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	m	V
		---- mg dm^{-3} ----		---------- $cmol_c$ dm^{-3} ----------							----- % -----	
Neossolo	5,6	1,5	18,0	0,6	0,3	0,2	2,7	0,9	1,1	3,6	17,0	26,0
Composto	7,0	620,0	2.911,0	9,6	5,5	0,1	1,2	22,6	22,7	23,8	0,0	95,0
Vermicomposto	7,9	218,0	2.176,0	4,8	3,9	0,1	0,9	14,3	14,4	15,2	1,0	94,0
Esterco bovino	8,0	392,0	2.940,0	5,1	4,6	0,1	0,9	17,2	17,3	18,1	1,0	95,0

pH (H_2O) relação 1:2,5 (solo: água); P e K: Mehlich-1; Ca, Mg e Al trocáveis: KCl 1 mol L^{-1}; H + Al: acetato de cálcio 0,5 mol L^{-1} a pH 7,0; t: capacidade de troca de cátions (CTC) efetiva; T: CTC pH 7,0; m: saturação de alumínio; V: saturação por bases.

O composto foi obtido pela compostagem de 2,31 m^3 de panos de algodão sujos de óleo e graxa usados na manutenção dos teares da indústria têxtil de Diamantina - MG e Gouveia – MG e com 0,78 m^3 de esterco bovino (Figura 1a). Após a montagem da pilha de compostagem no formato de cone, esta foi revirada três vezes por semana até 90 dias e duas vezes por semana até o final do processo aos 176 dias (Figura 1c), quando a temperatura da pilha foi inferior a 40 ºC. O composto foi passado em peneira com malha de 15 mm e apresentou densidade de 0,63 mg L^{-1} e umidade 100 - 110 ºC de 24,7 %. O composto não apresentou contaminação para nenhum dos 16 hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, considerados poluentes prioritários pela Agência Americana de Proteção Ambiental (United States Environmental Protection Agency - USEPA). E quanto a presença de metais pesados o composto apresentou: As = 0 mg kg^{-1}; Cd = 0,01 mg kg^{-1}; Ba = 0,01 mg kg^{-1}; Pb = 0,11 mg kg^{-1}; Cu = 5,9 mg kg^{-1}; Cr = 0,4 mg kg^{-1}; Fe = 83,2 mg kg^{-1}; Mn = 36,8 mg kg^{-1}; Hg = 0 mg kg^{-1}; Ni = 3,4 mg kg^{-1}; Se = 0 mg kg^{-1}; Zn = 46,3 mg kg^{-1}.

Figura 1. Pilha de compostagem (a), detalhe do resíduo da indústria têxtil (b), composto obtido aos 176 dias de compostagem (c) e detalhe do composto (d).

O vermicomposto foi obtido pela liberação de 1,5 L de minhocas em 0,29 m^3 de esterco bovino parcialmente curtido, sendo este revirado duas vezes por semana durante 45 dias. O vermicomposto apresentou densidade de 0,67 mg L^{-1} e umidade 100 – 110 ºC de 32,7%. Para curtir o esterco bovino este foi revirado duas vezes por semana por 45 dias. Na obtenção dos fertilizantes foi adicionada água sempre que necessário para manutenção da umidade, sendo essa avaliada pelo tato, sem permitir o escorrimento da água. O esterco bovino apresentou densidade de 0,60 mg L^{-1} e umidade 100 – 110 ºC de 30,3%

Em dezembro de 2010, uma amostra de solo na camada de 0 - 0,2 m, composto, vermicomposto e esterco bovino, compostas de cinco subamostras, foram coletadas e enviadas para análise química de acordo com a EMBRAPA (1997) (Tabela 1).

3.2. Delineamento experimental

Para avaliar a utilidade do composto de panos de algodão sujos de óleo e graxa, usados na manutenção dos teares da indústria têxtil de Diamantina e Gouveia - MG como fertilizante orgânico, foram usadas as doses 0; 7,5; 15; 30 e 60 m^3 ha^{-1} e essas foram comparadas às mesmas doses de vermicomposto e à dose de 40 m^3 ha^{-1} de esterco bovino curtido segundo recomendação da 5ª Aproximação (GOMES et al., 1999) (tratamento adicional), com quatro repetições. A parcela experimental foi composta por 24 plantas de alface, sendo consideradas úteis as oito centrais. Os tratamentos foram dispostos em delineamento em blocos ao acaso com parcela subdividida, sendo as parcelas as fontes de fertilizantes e as subparcelas as doses e o tratamento adicional.

3.3. Produção de mudas e preparo do solo

Sementes de alface, cultivar Regina SF 3500, foram semeadas em substrato comercial Bioplant® em bandejas de isopor de 128 células e crescidas por 25 dias em casa de vegetação do Setor de Olericultura da UFVJM, sendo irrigadas diariamente com uma lâmina de 5 mm .

De acordo com os resultados da análise química do solo (Tabela 1), a área foi previamente corrigida com calcário dolomítico (1,4 t ha^{-1} com PRNT de 90%), elevando a saturação por bases para 70% (FONTES et al., 1999). A área do experimento foi preparada através de uma gradagem, para incorporação do calcário. Dez dias antes do transplantio das mudas de alface os canteiros foram formados com auxílio de um encanteirador (Agritech Lavrale RLE - 125). As subparcelas foram demarcadas com 1,6 m de comprimento por 1,1 m de largura, com uma área total de 1,76 m^2.

A adubação mineral foi a mesma em todas as parcelas (FONTES et al., 1999) e a adubação de plantio foi realizada cinco dias antes do transplantio das mudas, incorporando com enxada as doses dos fertilizantes orgânicos, 30 kg ha^{-1}de N (Ureia - 44% N), 400 kg ha^{-1} de P_2O_5 (Superfosfato Simples - 18% P_2O_5) e 24 kg ha^{-1} de K_2O (Cloreto de Potássio - 58% K_2O).

3.4. Plantio das mudas e adubação de cobertura

As mudas foram plantadas com espaçamento de 0,25 x 0,25 m e, em seguida, irrigadas manualmente com regador para melhor pegamento das mudas. As plantas foram irrigadas

duas vezes ao dia, pela manhã e à tarde, durante 30 minutos em cada período com uma lâmina de 3,0 mm.

As mudas receberam adubações de cobertura aos 15 dias com 30 kg ha^{-1}de N e 24 kg ha^{-1} de K_2O e aos 30 e 40 dias com 45 kg ha^{-1} de N e 36 kg ha^{-1} de K_2O (FONTES et al., 1999) nas mesmas fontes da adubação de plantio.

3.5. Avaliação da respiração basal e carbono orgânico do solo

Amostras de solo foram coletadas 30 dias após o transplante das mudas na camada de 0 a 0,1 m. Em cada parcela foram coletadas quatro subamostras de solo, que foram homogeneizadas para formarem uma amostra composta de 1 dm^3 de solo. As amostras compostas foram acondicionadas em sacos plásticos e transportadas em caixas térmicas, em seguida foram passadas em peneiras de malha de 2 mm, removendo-se os resíduos orgânicos superficiais e raízes. As amostras de solo foram mantidas sob refrigeração até o processamento das análises. A respiração basal (R_{basal}) do solo foi determinada segundo ALEF e NANNIPIERI (1995) e o carbono orgânico (C_{org}) do solo pelo método Walkley-Black (WALKLEY e BLACK, 1934).

3.6. Avaliação da produção e conservação pós-colheita das plantas

Aos 50 dias após o transplantio, seis plantas das oito úteis na parcela experimental foram cortadas rente ao solo e determinou-se o número de folhas e diâmetro da cabeça, média de quatro posições. Em seguida, as plantas foram lavadas em água corrente e posteriormente em água destilada, secas com papel toalha e determinada a massa fresca da parte aérea (MFPA). Para determinação da massa seca da parte aérea (MSPA), essas plantas foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar a 55 ºC até massa constante.

As duas plantas restantes da parcela útil foram colhidas e armazenadas à temperatura ambiente (média de 21 ºC) em bancadas para as avaliações da conservação pós-colheita. A primeira avaliação consistiu em mensurar a desidratação à temperatura ambiente, obtida através de pesagens em balança analítica, entre intervalos de 12 horas até 72 horas pós-colheita. A segunda avaliação consistiu em avaliar a senescência das plantas, avaliada a partir de escala de notas (Nota 0= cabeças comerciais extremamente deterioradas; Nota 1= cabeças comerciais deterioradas; Nota 2= cabeças comerciais moderadamente deterioradas; Nota 3= cabeças comerciais levemente deterioradas; Nota 4= cabeças comerciais sem deterioração),

sendo utilizada a média das notas atribuídas por três avaliadores (Adaptado de RESENDE, 2004).

3.7. Determinação dos teores de nutrientes

Para determinação dos teores de macronutrientes e micronutrientes a parte aérea das plantas de cada parcela foi moída em moinho tipo Willey e, em seguida, efetuada digestão nítrico-perclórica. Os teores de P foram determinados pelo método colorimétrico; K por fotometria de chama; Ca, Mg, Cu, Fe, Zn e Mn por espectrofotometria de absorção atômica. O enxofre foi determinado por turbidimetria e o boro determinado pelo método colorimétrico da azometina H. O nitrogênio foi determinado pelo método Micro Kjeldahl.

3.8. Análise estatística

Os dados de número de folhas foram transformados usando log (x + 0,5), notas de conservação pós-colheita usando $\sqrt{(x+0{,}5)}$, e porcentagem de desidratação usando arsen $\sqrt{(x/100)}$. Esses dados foram transformados por não seguirem distribuição normal, não possuir homogeneidade de variâncias ou não possuir efeito de aditividade. Em seguida, todos os dados foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade, e quando significativo os efeitos das doses de composto e vermicomposto foram analisados por regressões.

4 RESULTADOS

4.1 Respiração basal (R_{basal}) e carbono orgânico do solo (C_{org})

A R_{basal} do solo aumentou linearmente em 0,6 vezes com as doses do composto, e este foi igual à aplicação das doses do vermicomposto ($p < 0,01$) (Figura 2a). Na maior dose desses fertilizantes, a R_{basal} foi 10,6 % maior que aquela observada com a aplicação do esterco.

O C_{org} do solo aumentou de forma quadrática com as doses do composto e vermicomposto ($p < 0,01$), sem atingir um máximo para o composto e com maior teor de C_{org} de 0,75 dag kg^{-1} na dose 58,1 m^3 ha^{-1} de vermicomposto (Figura 2b). O C_{org} aumentou 91,9 % com a aplicação do composto e 2,3 vezes com o vermicomposto. O C_{org} do solo fertilizado com a maior dose do composto orgânico (0,71 dag kg^{-1}) foi 5,6 % menor que o solo fertilizado com o vermicomposto (0,75 dag kg^{-1}) e 22,4 % maior que o solo fertilizado com esterco (0,58 dag kg^{-1}). As doses de 26,1 m^3 ha^{-1} de composto e 20,6 m^3 ha^{-1} de vermicomposto proporcionaram teores de C_{org} semelhante à dose de 40 m^3 ha^{-1} esterco (Figura 2b).

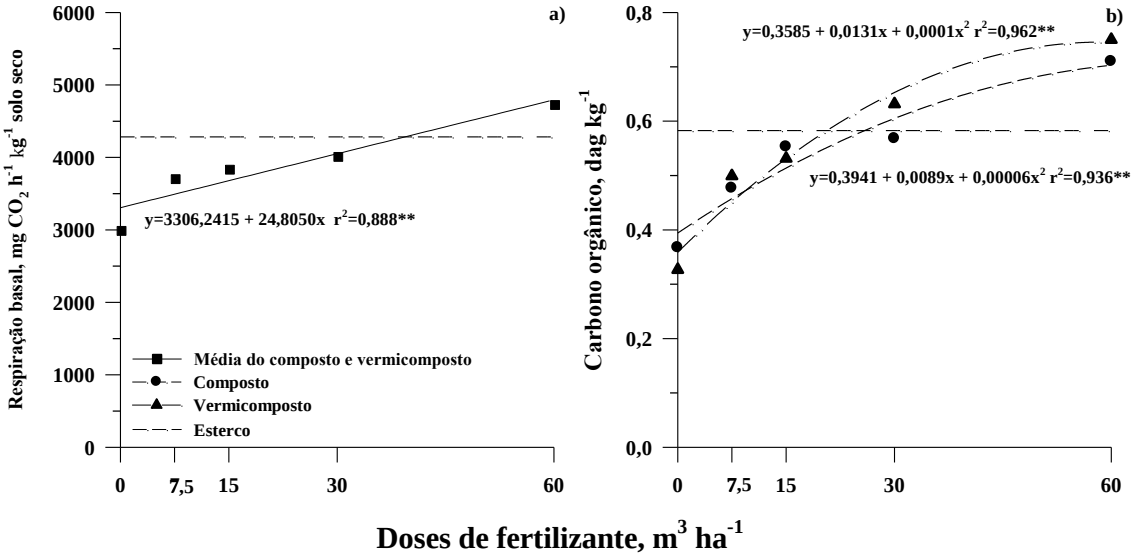

Figura 2. Respiração basal (a) e carbono orgânico (b) do solo cultivado por 30 dias com alface e após 35 dias de incorporado doses crescentes de composto orgânico de resíduos da indústria têxtil e vermicomposto de esterco bovino, e 40 m^3 ha^{-1} de esterco bovino.

4.2 Diâmetro da cabeça, número de folhas e massa fresca e seca da parte aérea

O diâmetro da cabeça das plantas de alface aumentou de forma quadrática com as doses de composto e raiz quadrada com o vermicomposto ($p < 0,05$) (Figura 3a). O maior diâmetro de cabeça da alface, fertilizada com o composto foi de 31,2 cm na dose 44,8 m^3 ha^{-1}, e para o vermicomposto foi de 33,4 cm na dose 57 m^3 ha^{-1}, ou seja, 6,4 % maior para a alface fertilizada com último (Figura 3a). Para o diâmetro da cabeça da alface a dose máxima econômica de composto foi de 9,7 m^3 ha^{-1} e do vermicomposto de 10,3 m^3 ha^{-1}. Nestas doses, o diâmetro da alface fertilizada com o composto (28,1 cm) foi 7,1 % menor que o da alface fertilizada com vermicomposto (30,1 cm) (Figura 3a). O diâmetro da cabeça das plantas de alface fertilizada com o composto foi sempre inferior ao das plantas fertilizadas com o esterco bovino (Figura 3a).

O número de folhas das plantas de alface aumentou de forma raiz quadrada e igualmente com as doses de composto e vermicomposto, sem atingir um máximo ($p < 0,01$), (Figura 3b). Na maior dose dos fertilizantes o número de folhas (40,7 folhas por planta) foi 6,6 % menor que aquele observado com a aplicação de esterco (43,4 folhas por planta).

A MFPA das plantas de alface aumentou de forma quadrática com as doses de composto e de forma raiz quadrada com o vermicomposto ($p < 0,05$) (Figura 3c). A partir da dose de 1,2 m^3 ha^{-1}, a MFPA foi sempre maior nas plantas fertilizadas com vermicomposto (Figura 3c). A produção máxima de MFPA da alface fertilizada com composto foi de 302,9 g por planta na dose 52,1 m^3 ha^{-1} e para o vermicomposto as doses usadas não atingiram uma produção máxima, sendo de 368,9 g por planta na maior dose (Figura 3c), ou seja, 21,7 % maior do que na alface fertilizada com composto. Para a MFPA das plantas de alface, a dose máxima econômica de composto foi de 27,9 m^3 ha^{-1}, nesta dose a MFPA foi de 272,6 g por planta (Figura 3c). A MFPA das plantas de alface fertilizada com o composto foi sempre inferior ao das plantas fertilizadas com 40 m^3 ha^{-1} de esterco e na dose econômica máxima de composto a MFPA foi 26,1 % menor que aquela observada com a aplicação do esterco (344,0 g por planta) (Figura 3c).

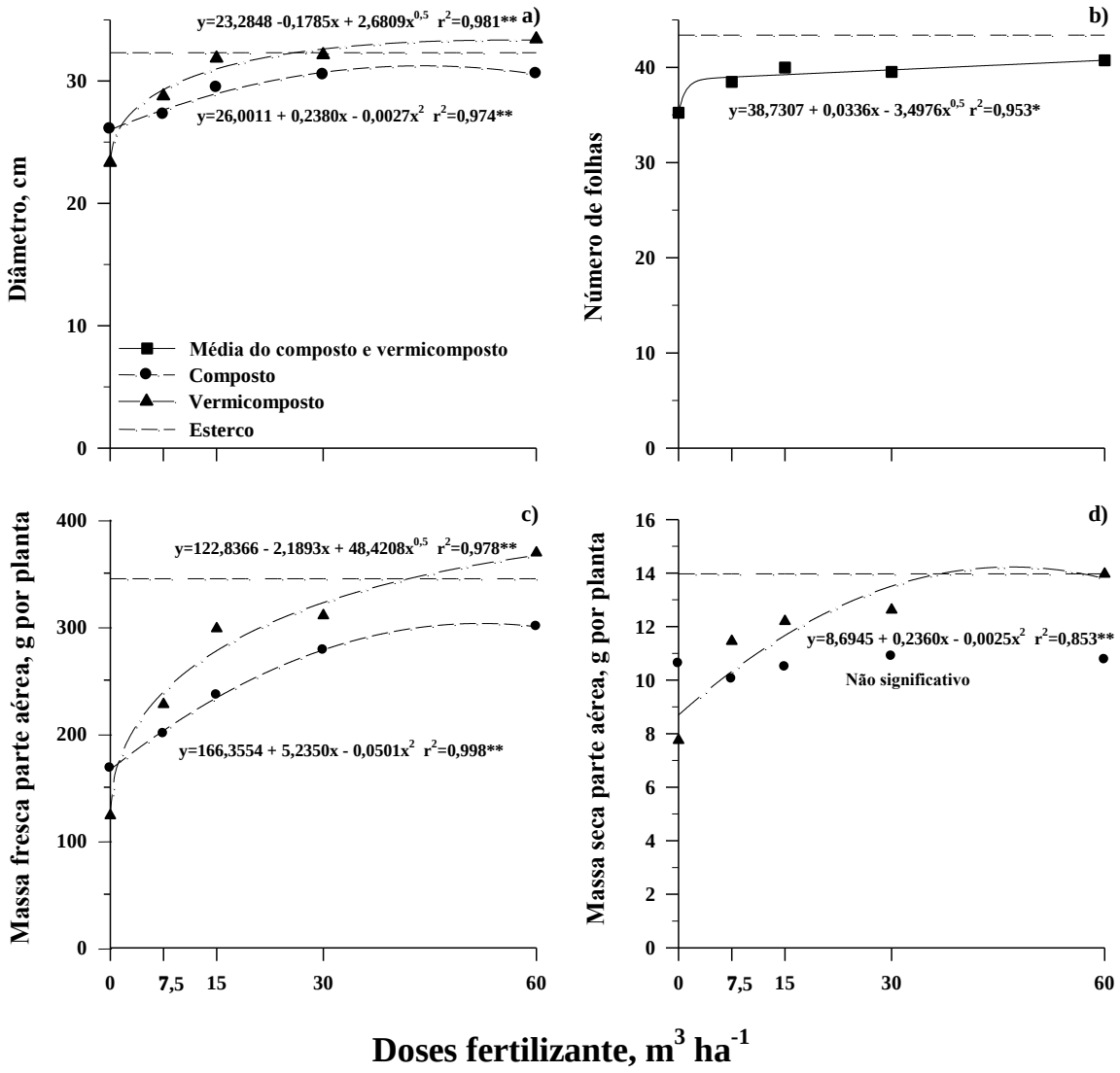

Figura 3. Diâmetro (a), número de folhas (b), massa fresca da parte aérea (c) e massa seca da parte aérea (d) de plantas de alface fertilizadas com doses crescentes de composto orgânico de resíduos da indústria têxtil e vermicomposto de esterco bovino, e com 40 m^3 ha^{-1} de esterco bovino.

A MSPA das plantas não foi influenciada pela elevação das doses de composto, mas aumentou de forma quadrática com as doses de vermicomposto ($p < 0,05$) (Figura 3d). A MSPA média (10,6 g por planta) nas doses de composto foi 34,0 % menor que a MSPA máxima observada para o vermicomposto (14,2 g por planta na dose de 46,6 m^3 ha^{-1}), 20,8 % menor que a MSPA observada na dose econômica máxima de vermicomposto (12,8 g por planta na dose de 23 m^3 ha^{-1}) e 32,1 % menor que aquela observada com a aplicação do esterco (14,0 g por planta) (Figura 3d).

4.3 Conservação pós-colheita

Após 12 h da colheita não houve efeito das doses de composto e vermicomposto sobre a perda de água das plantas de alface (Figura 4a). A porcentagem de perda de massa fresca das plantas de alface reduziu de forma quadrática com as doses de composto e vermicomposto a partir de 24 horas após a colheita ($p < 0,01$) (Figura 4b). Na média dos tratamentos com composto e vermicomposto, as plantas perderam um total acumulado de 9,9 % de água até 12 h, 17,3 % até 24 h, 23,4 % até 36 h, 26,6 % até 48 h, 29,9 % até 60 h e 33,3 % até 72 h (Figura 4). Assim, as maiores perdas de água ocorreram nas primeiras 24 horas (Figuras 4a, b). Após 24 h de colhidas as alfaces adubadas com as maiores doses dos fertilizantes orgânicos apresentaram menor desidratação (Figura 4b). Após 72 horas, a dose de 45,4 m^3 ha^{-1} de composto e vermicomposto foi a que proporcionou menor desidratação das plantas (30,9 %) (Figura 4e). Em geral, o esterco bovino apresentou desidratação semelhante à dose de 60 m^3 ha^{-1} do composto e vermicomposto, exceto às 24 h quando o esterco foi superior (Figura 4).

Até 24 horas da colheita das plantas não houve diferença visual significativa na qualidade das plantas com a elevação das doses de composto e vermicomposto e destas em relação às plantas que foram adubadas com o esterco, como demonstrado pelas notas (Figura 5a). O aspecto visual das plantas às 36 horas fertilizadas com doses maiores que 54,5 m^3 ha^{-1} de composto e às 48 horas com doses maiores que 42,4 m^3 ha^{-1} de composto foi melhor do que aquelas fertilizadas com o vermicomposto (Figura 5b, c). A partir de 36 horas a senescência diminuiu de forma quadrática com as doses de composto e vermicomposto como demonstrado pelo aumento das notas ($p < 0,01$) (Figura 5b) (Figura 5b, e). A partir de 60 horas a senescência foi igual para o composto e o vermicomposto (Figura 5d). Após 72 horas de colhida as plantas de alface fertilizadas com a maior dose dos fertilizantes apresentavam nota 42,8 % maior que as plantas que não receberam fertilização orgânica e senescência semelhante às plantas fertilizadas com o esterco (Figura 5e).

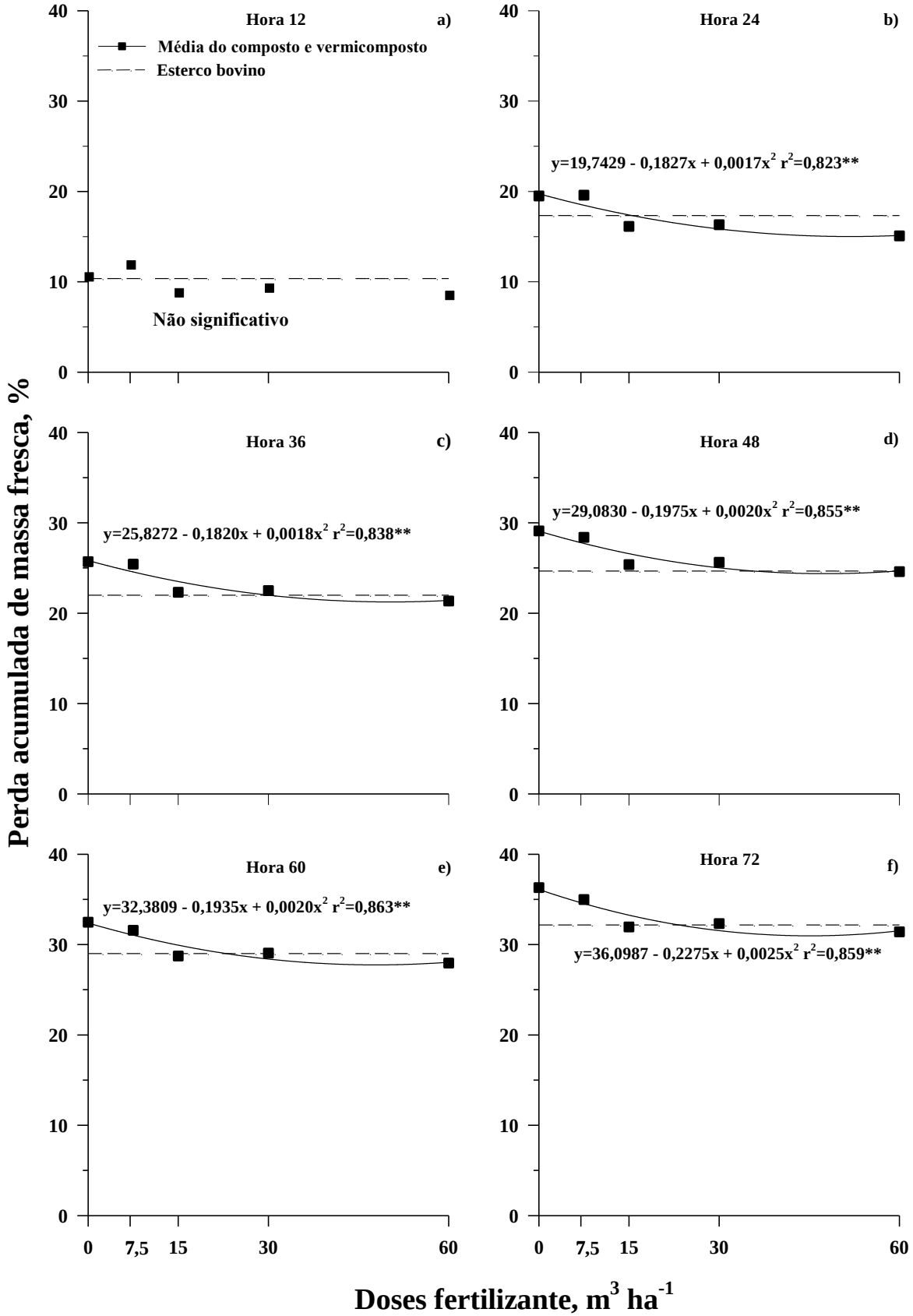

Figura 4. Porcentagem acumulada de perda de massa fresca em até 72 horas após a colheita nas plantas de alface fertilizadas com doses crescentes de composto, vermicomposto e com 40 m^3 ha^{-1} de esterco bovino e conservadas a temperatura média de 21 ºC.

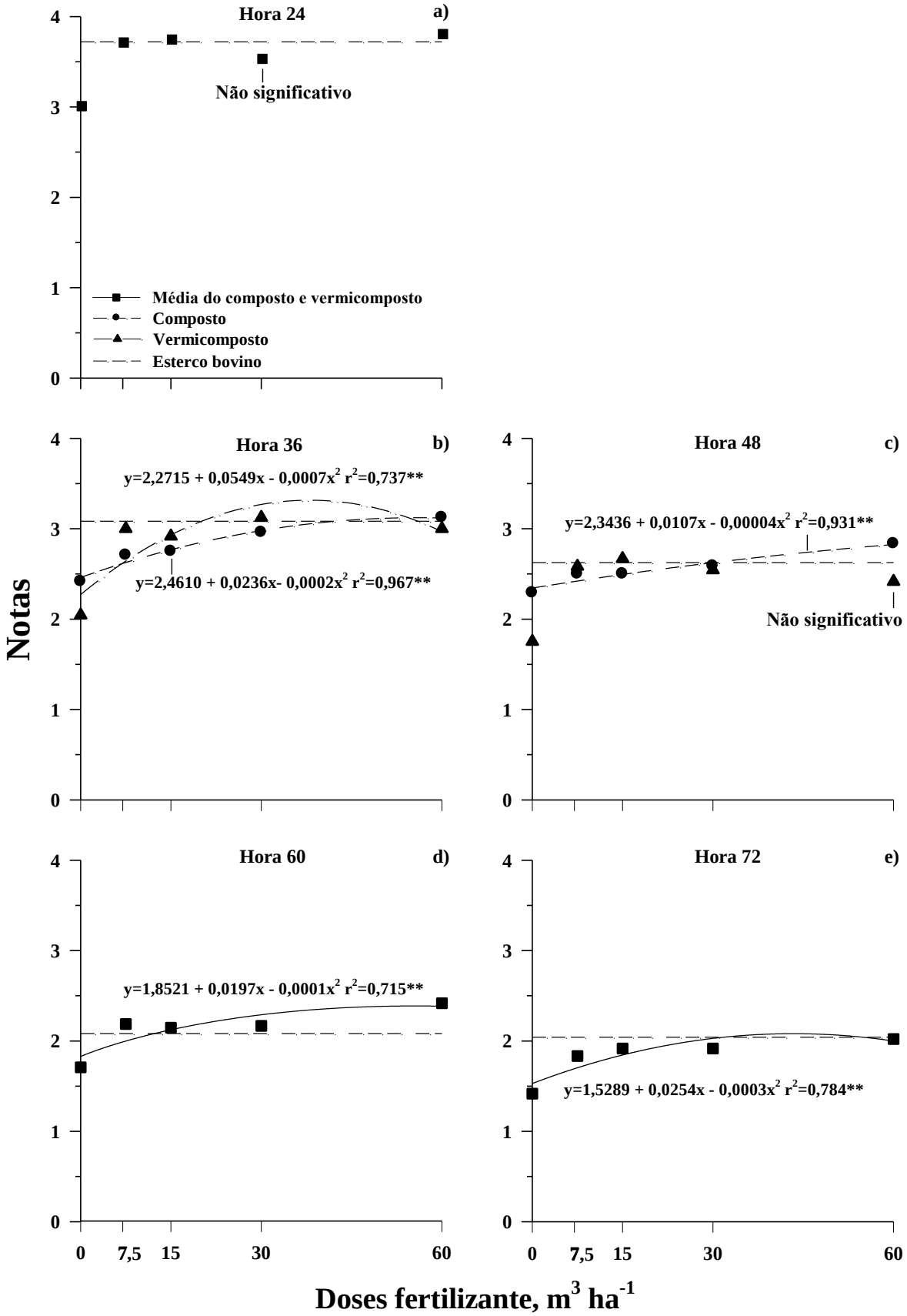

Figura 5. Notas atribuídas ao grau de senescência em plantas de alface fertilizadas com doses crescentes de composto, vermicomposto e com 40 m^3 ha^{-1} de esterco bovino, conservadas a temperatura média de 21 ºC ambiente por até 72 horas após a colheita.

4.4 Teores de macronutrientes

Os teores de N das plantas de alface aumentaram de forma quadrática e igualmente com as doses de composto e vermicomposto ($p < 0,01$) com maior teor de N de 37,1 g kg^{-1} na dose 57,0 m^3 ha^{-1} (Figura 6a) ($p < 0,01$). Os teores de N das plantas de alface fertilizadas com composto e vermicomposto igualaram-se a aquelas fertilizadas com o esterco na dose de 32,8 m^3 ha^{-1} (33,8 g kg^{-1} de N), a partir da qual os teores de N foram maiores nas plantas fertilizadas com os primeiros (Figura 6a).

Os teores de P das plantas de alface aumentaram linearmente 2,1 vezes com as doses de composto e de forma quadrática com o vermicomposto ($p < 0,01$) ($p < 0,01$) (Figura 6b). Os maiores teores de P nas plantas de alface fertilizadas com a maior dose de composto foi de 5,7 g kg^{-1}, sendo este 5,5 % maior que o teor máximo observado nas plantas fertilizadas com o vermicomposto (5,4 g kg^{-1} na dose 52 m^3 ha^{-1}) e 21,2 % maior que o teor das plantas fertilizadas com 40 m^3 ha^{-1} de esterco (4,7 g kg^{-1} de P) (Figura 6b). Os teores de P das plantas de alface fertilizadas com composto igualaram-se a aquelas fertilizadas com o esterco na dose de 43,0 m^3 ha^{-1} e foram maiores, a partir dessa (Figura 6b).

Os teores de K, Ca e S das plantas de alface aumentaram de forma quadrática e igualmente com as doses de composto e vermicomposto ($p < 0,01$) (Figura 6c, d, f). O teor máximo de K foi de 93,4 g kg^{-1} observado na dose 54,0 m^3 ha^{-1} (Figura 6c), o de Ca foi de 6,1 g kg^{-1} na dose 53,3 m^3 ha^{-1} (Figura 6d) e o de S foi de 3,1 g kg^{-1} na dose 44,8 m^3 ha^{-1} (Figura 6e). Os teores destes nutrientes nas plantas de alface fertilizadas com composto e vermicomposto igualaram-se a aquelas fertilizadas com o esterco na dose de 20,0 m^3 ha^{-1} para o K, na dose de 11,3 m^3 ha^{-1} para o Ca e na dose de 17,6 m^3 ha^{-1} para o S, a partir das quais os teores destes nutrientes foram maiores nas plantas fertilizadas com os primeiros (Figura 6c, d, e).

Os teores de Mg das plantas de alface aumentaram de forma linear com as doses de composto e vermicomposto ($p < 0,05$) (Figura 6e). Os maiores teores de Mg nas plantas de alface foi de 1,9 g kg^{-1} para aquelas fertilizadas com o composto e de 2,2 g kg^{-1} naquelas que receberam vermicomposto. Para as plantas adubadas com composto, esses teores foram 2,2 vezes maiores que o controle e para aquelas adubadas com vermicomposto foi 2,6 vezes maiores (Figura 6e). Os teores de Mg das plantas de alface fertilizadas com composto igualaram-se a aquelas fertilizadas com o esterco bovino (1,0 g kg^{-1}) na dose de 15,6 m^3 ha^{-1}, chegando a ser 90,0 % maiores na maior dose de composto (Figura 6e).

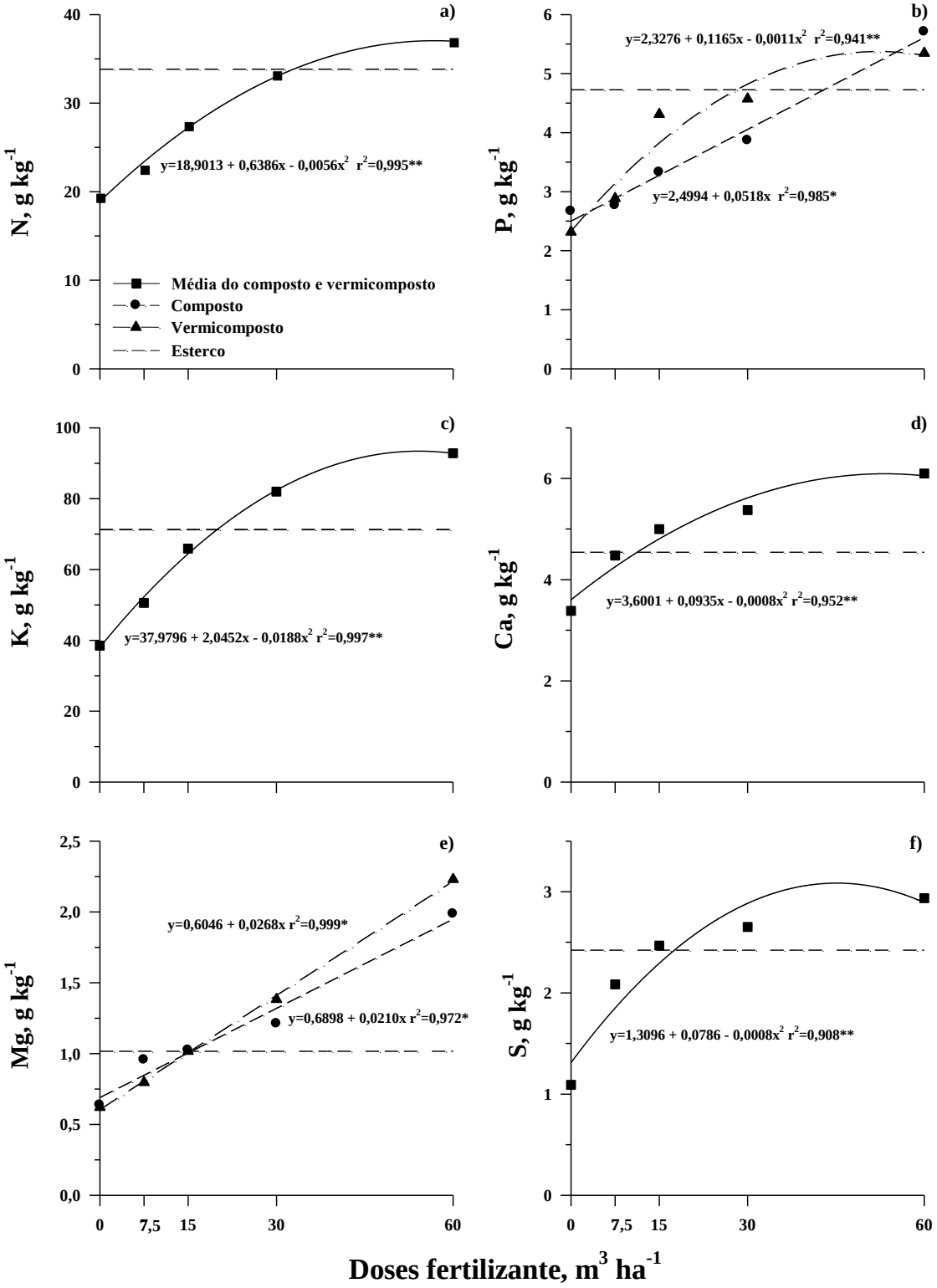

Figura 6. Teores de N, P, K, Ca, Mg e S na parte aérea de plantas de alface fertilizadas com doses crescentes de composto, vermicomposto e com 40 m^3 ha^{-1} de esterco bovino.

4.5 Teores de micronutrientes

O composto de resíduos da indústria têxtil aumentou os teores de B, diminuiu os de Zn e Fe das plantas de alface da mesma maneira que o vermicomposto e também promoveu teores semelhantes ao esterco quando em doses próximas ao usado para este último (Figura 7a, b, c). Contudo, o composto promoveu aumento dos teores de Cu e Mn muito maiores que o vermicomposto e o esterco, em especial o primeiro metal (Figura 7d, e).

Os teores de B das plantas de alface aumentaram em 7,0 vezes de forma linear e igualmente com as doses de composto e vermicomposto ($p < 0,01$) (Figura 7a), atingindo teor máximo de 63,7 mg kg^{-1}. Os teores de B das plantas de alface fertilizadas com composto e vermicomposto igualaram-se a aquelas fertilizadas com o esterco bovino (54,1 mg kg^{-1}) na dose de 47,2 m^3 ha^{-1}, a partir da qual os teores de B foram maiores nas plantas fertilizadas com os primeiros (Figura 7a).

Os teores de Zn das plantas de alface reduziram de forma exponencial e igualmente com as doses de composto e vermicomposto ($p < 0,01$) (Figura 7b). O teor de Zn das plantas de alface que receberam as maiores doses dos fertilizantes (65,7 mg kg^{-1}) foi 1,3 vezes menor que a dose 0 m^3 ha^{-1} (152,9 mg kg^{-1}) e 12,2 % menor que os das plantas fertilizadas com o esterco (73,7 mg kg^{-1}). Os teores de Zn das plantas de alface fertilizadas com composto e vermicomposto igualaram-se a aquelas fertilizadas com o esterco bovino na dose de 41,7 m^3 ha^{-1} (Figura 7b).

Os teores de Fe das plantas de alface reduziram de forma linear e igualmente com as doses de composto e vermicomposto ($p < 0,01$) (Figura 7c). Os teores de Fe das plantas de alface que receberam as maiores doses dos fertilizantes (671,2 mg kg^{-1}) foi 45,0 % menor que a dose 0 m^3 ha^{-1} (973,1 mg kg^{-1}) e 4,9 % menor que os das plantas fertilizadas com o esterco (704,3 mg kg^{-1}). Os teores de Fe das plantas de alface fertilizadas com composto e vermicomposto igualaram-se a aquelas fertilizadas com o esterco na dose de 46,5 m^3 ha^{-1} (Figura 7c).

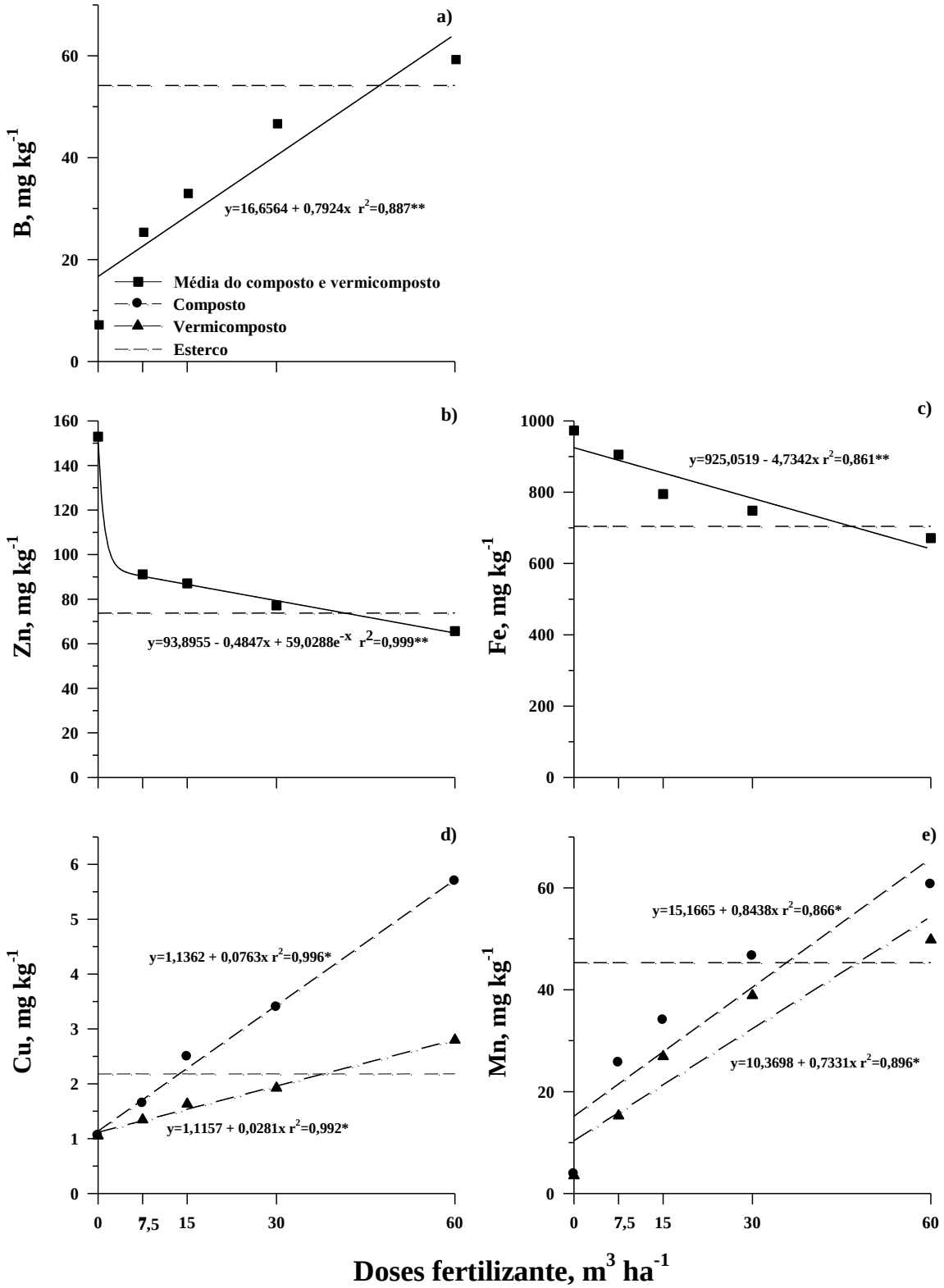

Figura 7. Teores de B, Zn, Fe, Cu e Mn na parte aérea de plantas de alface fertilizadas com doses crescentes de composto, vermicomposto e com 40 m^3 ha^{-1} de esterco bovino.

Os teores de Cu das plantas de alface aumentaram de forma linear com as doses de composto e vermicomposto ($p < 0,01$) (Figura 7d). Os maiores teores de Cu nas plantas de alface foi de 5,7 mg kg^{-1} para aquelas fertilizadas com o composto e de 2,8 mg kg^{-1} naquelas

que receberam vermicomposto. Para as plantas adubadas com composto, esses teores foram 4,2 vezes maiores que a dose 0 m^3 ha^{-1} e para aquelas adubadas com vermicomposto foi 1,7 vezes maiores (Figura 7d). Os teores de Cu das plantas de alface fertilizadas com composto igualaram-se a aquelas fertilizadas com o esterco bovino (2,2 mg kg^{-1}) na dose de 13,9 m^3 ha^{-1}, e foram 2,6 vezes maiores na maior dose de composto (Figura 7d).

Os teores de Mn das plantas de alface aumentaram de forma linear com as doses de composto e vermicomposto ($p < 0,01$) (Figura 7e). Os maiores teores de Mn nas plantas de alface foi de 60,7 mg kg^{-1} para aquelas fertilizadas com o composto e de 49,8 mg kg^{-1} para as que receberam vermicomposto. Para as plantas adubadas com composto, esses teores foram 15,9 vezes maiores que a dose 0 m^3 ha^{-1}, e para aquelas adubadas com vermicomposto foi 14,2 vezes maiores (Figura 7e). Os teores de Mn das plantas de alface fertilizadas com composto igualaram-se a aquelas fertilizadas com o esterco (45,4 mg kg^{-1}) na dose de 35,8 m^3 ha^{-1}, e foram 33,8 % maiores na maior dose de composto (Figura 7e).

5 DISCUSSÃO

O aumento da atividade microbiana do solo, medida pela R_{basal} do solo com as doses de composto e vermicomposto observado no presente trabalho (Figura 1a), corrobora com o resultado observado por diversos autores (ROS et al., 2003; LAMBAIS e CARMO, 2008; FREITAS et al., 2010; VIEIRA et al., 2011). Os resíduos orgânicos alteram diretamente as características biológicas do solo, reforçando e estimulando as comunidades microbianas, pois são fontes de carbono, energia e nutrientes para os microrganismos (LAMBAIS e CARMO, 2008; FREITAS et al., 2010; VIEIRA et al., 2011). Os fertilizantes orgânicos avaliados no presente trabalho apresentavam elevados teores de nutrientes, em especial o P e o K (Tabela 1), assim além do fornecimento de alguma fonte de energia, estes nutrientes podem favorecer maior atividade microbiana. O alto teor de P dos fertilizantes contribui para aumentar a quantidade e a atividade dos microrganismos (MARIN, 2004).

O aumento de 0,6 vezes da R_{basal}, observado no presente trabalho (Figura 1a), foi menor do que o aumento de 1,9 vezes observado com aplicação de até 20 t ha^{-1} de composto de resíduos orgânicos domiciliares e de podas de jardim e árvores em um Latossolo Amarelo distrófico incubado por 15 dias (FREITAS et al., 2010) e do que o aumento de 1,4 vezes com a aplicação de até 28,1 t ha^{-1} de composto de caroço de algodão esmagado e esterco de aves em solo arenoso incubado por 30 dias (TEJADA et al., 2006). O menor aumento, observado no presente trabalho, pode ser devido ao menor grau de maturação dos fertilizantes orgânicos

usados e, ou a menor fertilidade natural do Neossolo Quartizarênico (Tabela 1). Esta última possibilidade pode ser reforçada pela dose semelhante de composto e vermicomposto para proporcionar a mesma R_{basal} que a dose de 40 m^3 ha^{-1} de esterco (Figura 2a).

O menor aumento no C_{org} do solo que recebeu o composto em relação ao vermicomposto pode ser devido à ação das minhocas sobre os processos de humificação, que ao digerir o esterco aumenta o grau de maturação e melhoraram suas características físicas e químicas (LOUREIRO et al., 2007). O aumento de 0,36 dag kg^{-1} do C_{org} (0,35 - 0,71 dag kg^{-1}) com a aplicação do composto (Figura 2b), observado neste trabalho, foi menor do que o aumento de 0,65 dag kg^{-1} (2,61 - 3,26 dag kg^{-1}) observado com aplicação por 13 anos consecutivos de 40 m^3 ha^{-1} de composto de palhada de soja e feijão misturado com esterco bovino e adubação mineral, em um Argissolo Vermelho Amarelo cultivado com milho (MAIA & CANTARUTTI, 2004). Este aumento também foi maior que o de 0,45 dag kg^{-1} (0,95 - 1,4 dag kg^{-1}) observado com aplicação de 62,5 g $vaso^{-1}$ de composto orgânico de esterco de codorna, (7,2 Kg de mistura com fertilizante e solo por vaso), em um Argissolo Amarelo distrófico cultivado com alface (SOUZA et al., 2006). Apesar desse menor aumento observado com a aplicação de outros resíduos, o aumento do C_{org} do Neossolo é expressivo devido ao seu baixo teor natural.

A aplicação do composto aumentou o diâmetro da cabeça das plantas, o número de folhas e a MFPA, entretanto, este efeito foi maior com o uso do vermicomposto e do esterco bovino (Figura 2). Este resultado pode estar relacionado ao fato do composto ter sido produzido com resíduos de difícil decomposição, como derivados do petróleo. Mesmo os teores de nutrientes do composto sendo maiores ou iguais aos dos demais fertilizantes orgânicos estudados (Tabela 1), estes nutrientes podem não estar completamente biodisponíveis. O aumento, em geral, do diâmetro da cabeça, número de folhas, MFPA e MSPA, com o aumento das doses dos fertilizantes podem ser atribuídas à melhoria nas condições químicas, físicas e biológicas do solo. Efeito semelhante de outros resíduos orgânicos sobre essas variáveis também foi observado por outros autores (FERRAZ JUNIOR et al., 2003; VILAS BÔAS et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2006).

O diâmetro máximo da cabeça de alface (31,2 cm), observado com a aplicação do composto na dose 44,8 m^3 ha^{-1} (28,2 t ha^{-1}), foi igual ao diâmetro observado em plantas de alface no terceiro ciclo de cultivo fertilizadas com 60 m^3 ha^{-1} de composto de capim gordura seco e esterco bovino (VIDIGAL et al., 1995) e 1,2 vezes menor que o diâmetro máximo observado em alface fertilizada com 22,4 t ha^{-1} de cama de aviário em um Planossolo Háplico Distrófico (OLIVEIRA et al., 2006).

O número de folhas das plantas de alface (40,7 folhas planta^{-1}), observado na dose 60 m^3 ha^{-1} composto (37,8 t ha^{-1}), foi 1,5 vezes maior que o número de folhas observado em plantas de alface com a mesma dose de esterco bovino em um Neossolo Regolítico Psamítico típico (PÔRTO, 2006), e 1,3 vezes maior que o número de folhas observado em plantas de alface fertilizadas com 60 t ha^{-1} de composto de palhada de feijão e adubação mineral básica em um Latossolo Vermelho Escuro textura arenosa (VILAS BÔAS et al., 2004).

A MFPA máxima (302,9 g planta^{-1}), observada com aplicação do composto na dose 52,1 m^3 ha^{-1} (32, 8 t ha^{-1}), foi 1,9 vezes maior que a MFPA de alface fertilizada com 40 m^3 ha^{-1} de lodo esgoto de cervejaria em um Argissolo Vermelho Amarelo distrófico (FERRAZ JUNIOR et al., 2003), 1,3 vezes menor que a MFPA de plantas de alface fertilizadas com 30 t ha^{-1} de composto de lixo urbano em um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (COSTA et al., 2001), 1,2 vezes menor que a MFPA de alface fertilizada com 30 t ha^{-1} de composto orgânico em Latossolo Vermelho Amarelo (ABREU et al., 2010) e 2,1 vezes menor que a MFPA de alface fertilizada com 56, 1 t ha^{-1} composto orgânico proveniente de casca do grão de café, esterco de curral e palha triturada de *Crotalaria* sp. em um Latossolo Vermelho Amarelo (YURI et al., 2004b). Apesar de alguns resultados inferiores é preciso considerar que área usada neste estudo não havia sido cultivada anteriormente com nenhuma outra cultura e a fertilidade natural do Neossolo Quartizarênico (Tabela 1) é menor que outros citados acima.

A ausência de efeito do composto sobre a MSPA das plantas de alface não corrobora ao observado pela adição do vermicomposto (Figura 3d) e por outros autores (COSTA et al., 2001; ABREU et al., 2010). Observou-se aumento de 1,2 vezes na MSPA de alface fertilizada com 30 t ha^{-1} de composto de lixo urbano em um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (COSTA, et al., 2001). A MSPA máxima de alface (10,8 g planta^{-1}), observada com aplicação de 60 m^3 ha^{-1} composto (37,8 t ha^{-1}), foi 1,2 vezes menor que a MSPA de alface fertilizada com 30 t ha^{-1} de composto orgânico em um Latossolo Vermelho Amarelo (ABREU et al., 2010).

As maiores perdas de água nas primeiras 24 horas (Figura 4) confirmam serem as primeiras horas após a colheita as mais críticas na conservação da alface (BEN-YEHOSHUA e ALONI, 1974). A menor perda de água e as notas mais altas observadas nas plantas de alface fertilizadas com o composto igual ao vermicomposto e semelhante ao esterco demonstram a contribuição do composto em reduzir a perda de água. A menor perda de água das plantas de alface com a elevação das doses dos fertilizantes pode ser atribuída a maior produção de massa fresca obtida com o incremento das doses do composto, com isso levou a

uma maior sobreposição foliar durante o período após a colheita (SANTOS et al., 1994), acarretando maior contato de parte da superfície foliar com superfície mais úmida, e menor déficit de pressão de vapor nestas condições, ocorrendo uma menor perda de água nas plantas (WILLS et al., 1981; AMARANTE, 1988), quando comparadas às de menor crescimento.

As menores perdas de água e as maiores notas observadas com o aumento das doses do composto e vermicomposto (Figura 4 e 5) podem ser atribuídas aos elevados teores de K observados nas plantas fertilizadas com as maiores doses de composto e vemicomposto (Figura 6c). A ocorrência destes maiores teores de K são justificados pelos elevados teores desse nutriente nestes fertilizantes (Tabela 1). O K possui função chave no controle da resistência estomática à transpiração (SHARMA e SINGH, 1990) e pode ter conferido maior resistência às tensões hídricas (MACHADO e MAGNAVACA, 1991).

A perda acumulada de água 72 horas pós-colheita com a aplicação de 60 m^3 ha^{-1} de composto (31,4 %) foi 13,7 % menor que a de perda de água 72 horas pós-colheita observado em plantas de alface fertilizadas com 91,2 t ha^{-1} de composto orgânico (SANTOS et al., 2001b). Além de um efeito dos fertilizantes orgânicos usados, isto pode ter sido favorecido pelas condições climáticas amenas de Diamantina - MG, durante o período de cultivo e a temperatura média de 21 ºC no local de armazenamento após a colheita. As condições de clima mais ameno promoveram desenvolvimento normal da cultura, ou seja, formação de cabeças com melhor absorção de água, nutrientes e consequentemente mais compactas e desenvolvidas (RESENDE et al., 2007). Condições de armazenamento e cuidados ao manuseio e transporte aceleram os processos de senescência, determinando a intensidade de perda pós-colheita e limitando ainda mais o período de comercialização (AZZOLINI et al., 2004; YURI, 2004a).

A partir da dose de 24,2 m^3 ha^{-1} de composto e vermicomposto e com 40 m^3 ha^{-1} de esterco bovino, as plantas de alface já se apresentavam com teores de N, P, K e S dentro do intervalo considerado ótimo para a cultura (31 a 45 g kg^{-1} de N, 3,5 a 6 g kg^{-1} de P, 45 a 80 g kg^{-1} de K e 2 a 5 g kg^{-1} de S) (WEIR e CRESSWEL, 1993). Contudo, os teores de Ca e Mg das plantas de alface fertilizadas com o composto, vermicomposto e o esterco estavam sempre abaixo da faixa considerada adequada (9,7 a 14,7 g kg^{-1} de Ca e 3,5 a 4,3 g kg^{-1} de Mg) (GARCIA et al., 1982). Esses teores de Ca e Mg inferiores a faixa considerada ótima nas alfaces crescidas em solo adubado com os fertilizantes orgânicos (Figuras 6c, d, e) pode ter sido provocado pelo efeito antagônico que grandes quantidades de K (Tabela 1) exerce na absorção de cátions divalentes (RODRIGUES e CASALI, 1999). Pois é conhecido que o Ca pode ser substituído por cátions monovalentes quando esses estão mais disponíveis nos sítios

de absorção radiculares (MARSCHNER, 1995; MENGEL e KIRKBY, 1987). Estima-se que dois terços do K de adubos orgânicos incorporados ao solo são prontamente solúveis em água e requerem apenas transformações físicas para serem liberados à solução do solo e várias fontes orgânicas veiculam teores consideráveis de K ao solo, em liberações que não dependem da velocidade de mineralização da matéria orgânica (SIQUEIRA, 1988). No presente trabalho o K foi o nutriente mais absorvido, resultado também observado com aplicação de 40 t ha^{-1} de esterco bovino (GRANGEIRO et al., 2006).

A partir da dose de 17,0 m^3 ha^{-1} de composto e vermicomposto e com 40 m^3 ha^{-1} de esterco, as plantas de alface se apresentavam com teores de B e Mn dentro do intervalo considerado ótimo para a cultura de 30 a 60 mg kg^{-1} de B (BOARETO et al. 1999) e de 16 a 150 mg kg^{-1} de Mn (ROORDA VAN EYSINGA e SMILDE 1971) (Figuras 7a, e) e os teores de Zn (Figura 7b) estavam sempre dentro da faixa adequada (30 a 300 mg kg^{-1} de Zn, ROORDA VAN EYSINGA e SMILDE, 1971). Contudo, os teores de B ultrapassaram a faixa adequada nas doses acima de 54,5 m^3 ha^{-1} de composto e vermicomposto. Os teores de Fe para o composto, vermicomposto e o esterco bovino (Figura 7c) estavam sempre muito acima do limite máximo de 100 mg kg^{-1} considerado adequado para esta cultura (WEIR e CRESSWEL, 1993). Com o uso dos fertilizantes esses teores diminuíram em 45,0 %, mas ainda permaneceram muito acima do limite máximo. Este comportamento pode ser devido a textura arenosa do Neossolo Quartizarênico e do baixo teor natural de matéria orgânica e alumínio, pois o mesmo comportamento também foi observado nas plantas fertilizadas com o esterco, que apresentaram teores de Fe 4,9 % maior que a dose de 60 m^3 ha^{-1} de composto e vermicomposto (Figura 7c). A redução nos teores de Zn e Fe (Figuras 7b, c) com a elevação das doses dos fertilizantes nas plantas de alface observada no presente trabalho pode ser explicada pelo efeito antagônico de alguns nutrientes presentes em grande concentração no composto como P, K e Ca (Tabela 1) ou pelo efeito de adsorção que a matéria orgânica tem sobre os cátions.

O maior aumento dos teores de Cu e Mn nas plantas fertilizadas com o composto de resíduos da indústria têxtil em comparação com aquelas que receberam o vermicomposto e o esterco (Figuras 7d, e), pode ser devido à presença dos mesmos nos resíduos tóxicos da indústria têxtil derivados do petróleo e, ou oriundos do desgaste das máquinas e misturados nos óleos lubrificantes compostados. No entanto, os teores máximos desses metais foram muito inferiores a faixa considerada tóxica de 20 a 100 mg kg^{-1} para o Cu e de 300 a 500 mg kg^{-1} para o Mn (ALLOWAY, 1997). Os teores de Cu das plantas de alface

fertilizadas com o composto, vermicomposto e o esterco estavam sempre abaixo da faixa adequada de 7 a 17 mg kg^{-1} de Cu (ROORDA VAN EYSINGA e SMILDE, 1971).

Em relação aos teores de B, Zn e Fe (Figuras 7a, b, c) o composto promoveu o mesmo efeito do que o vermicomposto e estes pouco inferiores ao esterco em dose equivalente. Este último resultado para o Fe indica uma vantagem do composto e vermicomposto, pois os teores de Fe, como citado acima, sempre foram maiores do que a faixa adequada. Já os maiores teores de Cu e Mn (Figuras 7d, e) nas plantas que receberam o composto de resíduos da indústria têxtil do que o vermicomposto e o esterco (em doses equivalentes), também indicam a superioridade do primeiro, porque as plantas adubadas com o composto tiveram seus teores de Cu mais próximos do adequado e para os teores de Mn entraram na faixa adequada recebendo a menor dose do composto.

De forma geral, os diversos parâmetros avaliados no presente trabalho indicaram a utilidade do composto de resíduos da indústria têxtil como fertilizante, como segue:

- em relação ao vermicomposto o composto promoveu maiores teores de P, Cu e Mn e foi igual quanto a R_{basal}, número de folhas, perda acumulada de massa fresca, senescência e teores de N, K, Ca, S, B, Zn e Fe;
- em relação ao esterco, dose equivalente do composto promoveu maior C_{org} e maiores teores de macronutrientes e micronutrientes, e semelhante quanto a R_{basal} e conservação pós-colheita;
- em relação a outros resíduos a elevação das doses de composto promoveu maior diâmetro máximo da cabeça do que composto de capim gordura seco e esterco bovino (VIDIGAL et al., 1995); maior número de folhas do que esterco bovino em Neossolo Regolítico Psamítico típico (PÔRTO, 2006), e composto de palhada de feijão em Latossolo Vermelho Escuro textura arenosa (VILAS BÔAS et al., 2004); maior MFPA do que lodo de esgoto de cervejaria em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico (FERRAZ JUNIOR et al., 2003); maior conservação pós-colheita do que composto orgânico (SANTOS et al., 2001b); maiores teores de N, P, K, S, B, Zn e Cu do que composto orgânico em Latossolo Vermelho Amarelo (ABREU et al., 2010), resíduos de reciclagem de papel em Cambissolo Húmico (JÚNIOR et al., 2006), lodo esgoto de cervejaria em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico (FERRAZ JUNIOR et al., 2003), esterco bovino em Latossolo Vermelho Amarelo (TURAZI et al., 2006), e composto de lixo urbano em Neossolo Quartizarênico (SAMPAIO et al., 2010).

Além do mencionado acima, os micronutrientes Zn, Cu e Mn não atingiram concentração tóxica para o consumo humano nas plantas de alface fertilizadas com o composto. Assim, o conjunto de variáveis favoráveis indica que a compostagem dos resíduos

tóxicos da indústria têxtil produziu um composto, que pode ser utilizado para a cultura da alface.

6 CONCLUSÃO

A compostagem foi eficiente para o tratamento dos resíduos tóxicos da indústria têxtil.

O composto pode ser usado como fertilizante orgânico em substituição ao esterco bovino na cultura da alface.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, I.M.O.; JUNQUEIRA, A.M.R.; PEIXOTO, J.R.; OLIVEIRA, S.A. Qualidade microbiológica e produtividade de alface sob adubação química e orgânica. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30(Supl.1), p.108-118, 2010.

ABREU JUNIOR, C.H.; BOARETTO, A.E.; MURAOKA, T.; KIEHL, J.C. Uso agrícola de resíduos orgânicos potencialmente poluentes: Propriedades químicas do solo e produção vegetal. **Tópicos em Ciência do Solo**, v.4, p.391-470, 2005.

ALEF, K.; NANNIPIERI, P. Methods in applied soil microbiology and biochemistry. London: **Academic Press**, 1995. 576p.

ALLOWAY, B.J. Heavy metals in soils. 2. ed. London: **Blackie Academic & Profesional**, 1997. 368p.

AMARANTE, C.V.T. **Efeitos da perda de água sobre a fisiologia pós-colheita de frutos, flores e folhas.** Viçosa: UFV, 1988. 44p.

ANDREOLI, C.V. **Manual de métodos para análises microbiológicas e parasitológicas em reciclagem agrícola de lodo de esgoto**. 2. ed. Curitiba, SANEPAR, p.27- 45, 2000.

ANDREOLI, C.V.; PEGORINI, E.S. **Gestão pública do uso agrícola do lodo de esgoto.** In: BETTIOL, W. & CAMARGO, O.A. (eds). Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna, EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. p.281-312.

ARAUJO, A.S.F.; MONTEIRO, R.T.R. Indicadores Biológicos de Qualidade do Solo. **Bioscience Journal**, v.23, n.3, p.66-75, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO - ABIT. Disponível em <http://www.abit.org.br> Acesso em 29/09/2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Norma Brasileira 10004. Resíduos Sólidos – Classificação. 2 ed. 2004. 71 pag. Disponível em: <http://www.aslaa.com.br/legislacoes/NBR%20n%2010004-2004.pdf> Acesso em 27/12/2011.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; BRON, I. U. Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.2, p.139-145, 2004.

BEN-YEHOSHUA, S.; ALONI, B. Effect of water stress on ethylene production of detached leaves of Valencia orange (Citrus sinensis Osbeck). **Plant Physiology**, v.53, p.863-865, 1974.

BOARETO, A.E.; CHITOLINA, J.C.; RAIJ,B. V.; SILVA, F.C.; TEDESCO, M.J.; CARMO, C.A.F.S. **Amostragem, acondicionamento e preparação das amostras de plantas para análise química**. In: SILVA, F.C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Solos, 1999. 370p.

CARDOSO, E.L.; OLIVEIRA. H. **Sugestões de uso e manejo dos solos do assentamento Taquaral, Corumbá-MS.** Corumbá: Embrapa-Pantanal, 2002. 4p. **(**Circular Técnica, 35).

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras:FAEPE, 1990, 293p.

COSTA, C.A.; CASALI, V.W.D.; RUIZ, H.A.; JORDÃO, C.P.; CECON, P.R. Teor de metais pesados e produção de alface adubada com composto de lixo urbano. **Horticultura Brasileira**, v.19, p.10-16, 2001.

COSTA, E.A.; GOEDERT, W.J.; DE SOUZA, D.M.G. Qualidade do solo submetido a sistemas de cultivo com preparo convencional e plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.7, p.1185-1191, 2006.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: SPI, 2006. 306p.

EMBRAPA HORTALIÇAS: Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/paginas/dicas_ao_consumidor/alface.htm> Acesso em 29/09/2011.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

EXAME. Disponível em<http://exame.abril.com.br/economia/mundo/noticias/producao-industrial-mundial-cresce-6-5-no-1o-trimestre> Acesso em 29/092011.

FACCI, L.D. **Variáveis microbiológicas como indicadoras da qualidade do solo sob diferentes usos**. 2008. 137 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto Agronômico de Campinas, Campinas.

FERRAZ JUNIOR, A.S.L.; SOUZA, S.R; CASTRO, S.R.P.; PEREIRA, R.B. Adubação de alface com lodo de esgoto de cervejaria. **Horticultura brasileira**, Brasília, v.21, n.1, p.60-63, 2003.

FIGUEIREDO, C.C.; RAMOS, M.L.G. Biomassa microbiana do solo e produção de alface em função da dose de n e adubo orgânico. **Bioscience journal**, Uberlândia, v.25, n.3, p.9-15, 2009.

FIGUEIREDO, P.G. & TANAMATI, F.Y. Adubação orgânica e contaminação ambiental. **Revista Verde,** v.5, n.3, p.01-04, 2010.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura:** agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. ed. Viçosa: UFV, 2003. 402p.

FONTES, P.C.R. Alface. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H.; Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª Aproximação. Viçosa: CFSEMG, 1999, p.178.

FRANCHINI, J. C.; CRISPINO, C. C.; SOUZA, R. A.; TORRES, E.; HUNDRIA, M. Microbiological parameters as indicators of soil quality under various soil management and crop rotation systems in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, v.92, n.1-2, p.18-29, 2007.

FREITAS, I.C.V.; WANGEN, D.R.B.; FERREIRA, A.S.; CORRÊA, G.F.; WENDLING, B. Microbial and enzymatic activity in soil after organic composting. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n.3, p.757-764, 2010.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEAM. **Inventário de resíduos sólidos industriais: ano base 2010** . Belo Horizonte: FEAM, 2011. 61 p.

GARCIA, L.L.C.; HAAG, H.P.; NETO, V.D. **Nutrição mineral de hortaliças. Deficiência de macronutrientes em alface (Lactuca sativa L.) cv. Brasil 48 e Clause's Aurélia**. Anais da ESA "Luiz de Queiroz, v.39, n.1, p.349-372, 1982.

GIFFONI, P.O.; LANGE, L.C. A utilização de borra de fosfato como matéria-prima alternativa para a fabricação de tijolos. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental** v.10, n.2, p.128-136, 2005.

GOMES, L.A.A.; SILVA, E.C.; FAQUIM, V. Recomendações de adubação para cultivos em ambiente protegido. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H.; Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª Aproximação. Viçosa: CFSEMG, 1999, p.99-110.

GRANGEIRO, L.C.; COSTA, K.R.; MEDEIROS, M.A.; SALVIANO, A.M.; NEGREIROS, M.Z; BEZERRA NETO, F.; OLIVEIRA, S.L. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivada em condições do Semi-Árido. **Horticultura Brasileira** v.24, p.190-194, 2006.

IBGE. Disponível em< http://www.censo2010.ibge.gov.br/ >Acesso em 29/092011.

JUNIOR, A.A.B.; TÔRRES, A.N.L.; FONSECA, J.A.; TEIXEIRA, J.R. Crescimento e teores de nutrientes em tecido de alface pela aplicação de calcário e resíduos de reciclagem de papel num solo ácido. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.5, n.1, p.9-15, 2006.

KENNEDY, A.C.; PAPENDICK, R. Microbial characteristics of soil quality. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.50, n.3, p.243-248, 1995.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes Orgânicos**. São Paulo: Ceres, 1985. 492p.

KUNZ, A.; ZAMORA, P.P.; MORAES, S.G.; DURÁN, N. Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis. **Química Nova**, v. 25, n.1, p.78-82, 2002.

LAMBAIS, M. L.; CARMO, J. B. Impactos da aplicação de biossólidos na microbiota de solos tropicais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1129-1138, 2008.

Lei 12.305/10 - Lei de 2 de Agosto de 2010 - <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em 02/01/2012.

Lei 18.031/09 - Lei de 12 de Janeiro de 2009 - < http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=9272> Acesso em 02/01/2012.

LOPES, J.C.; RIBEIRO, L.G.; ARAÚJO, M.G.; BERALDO, M.R.B.S. Produção de alface com doses de lodo de esgoto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, p.143-147, 2005.

LOUREIRO, D.C.; AQUINO, A.M.; ZONTA, E.; LIMA, E. Compostagem e vermicompostagem de resíduos domiciliares com esterco bovino para a produção de insumo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.7, p.1043-1048, 2007.

MACHADO, A.T.; MAGNAVACA, R. **Estresse ambiental: o milho em perspectiva**. Rio de Janeiro: Assessoria em Projetos de Tecnologias Alternativas, 1991. 47 p.

MAIA, C.E.; CANTARUTTI, R.B. Acumulação de nitrogênio e carbono no solo pela adubação orgânica e mineral contínua na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.1, p.39-44, 2004.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MANTOVANI, J.R.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; CHIBA, M.K.; BRAZ, L.T. Calagem e adubação com vermicomposto de lixo urbano na produção e nos teores de metais pesados em alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.3, p.494-500, 2003.

MARCHI, E.C.S. **Influência da adubação orgânica e de doses de material húmico sobre a produção de alface americana e teores de carbono no solo**. 2006. 46 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MARIN, J.A. **Biorremediación, mediante técnicas biológicas, de hidrocarburos contenidos en lodos de refinería. Experiencias en clima semiárido**. 2004. Ph.D. Thesis. Murcia Univ., Spain.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. Hohenheim: Elsevier Ltda, 1995. 889p.

MATSUOKA, M.; MENDES, I.C.; LOUREIRO, M.F. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste (MT). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.425-433, 2003.

MENEZES, R. R.; NEVES, G.; FERREIRA, H. C. O estado da arte sobre o uso de resíduos como matérias-primas cerâmicas alternativas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.2, p.303-313, 2002.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. Bern, International Potash Institute, 1987. 687p.

MINIWEB. Disponível em< http://www.miniweb.com.br/geografia/artigos/geo_mundial/previsoes_populacat.html?n=277&ed=4> Acesso em 29/09/2011.

NANNETTI, D.C. **Nitrogênio e potássio aplicados via fertirrigação na produção, nutrição e pós-colheita do pimentão**. Lavras. 2001. 184 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

OLIVEIRA, E.M.; QUEIROZ, S.B.; SILVA, V.F. Influência da matéria orgânica sobre a cultura da alface. **Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal, v.6, n.2, p.285-292, 2009.

OLIVEIRA, N.G; DE-POLLI, H; ALMEIDA, D.L; GUERRA, J.G.M. Plantio direto de alface adubada com "cama" de aviário sobre coberturas vivas de grama e amendoim forrageiro. **Horticultura Brasileira** v.24, p.112-117, 2006.

ONU. Disponível em <http://www.onu.org.br/unido-alerta-producao-industrial-mundial-podera-diminuir-em-2011/> Acesso em 29/092011.

PÔRTO, M.L. **Produção, estado nutricional e acúmulo de nitrato em plantas de alface submetidas à adubação nitrogenada e orgânica.** 2006. 65 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba- Areia.

PROGRAMA DE PESQUISA EM SANEAMENTO BÁSICO - PROSAB. **Manual Prático para a Compostagem de Biossólidos**. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1999. 84p.

REIS, M.F.P. **Avaliação do processo de compostagem de resíduos sólidos urbanos**. 2005. 239 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

RESENDE, G.M.; YURI, J.E.; SOUZA, R.J. Épocas de plantio e doses de silício no rendimento de alface tipo americana. **Horticultura Brasileira** v.25, p.455-459, 2007.

RESENDE, G.M. **Características produtivas, qualidade pós-colheita e teor de nutrientes em alface americana (*Lactuca sativa* L.) sob doses de nitrogênio e molibdênio, em cultivo de verão e de inverno.** Lavras. 2004. 134 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ROCHA, M.C.; CARMO, M.G.F.; POLIDORO, J.C.; SILVA, D.A. G.; FERNANDES, M.C.A. Características de frutos de pimentão pulverizados com produtos de ação bactericida. **Horticultura Brasileira** v.24, p.185-189, 2006.

RODRIGUES, E.T.; CASALI, V.W.D. Rendimento e concentração de nutrientes em alface, em função das adubações orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v.17, p.125-128, 1999.

ROORDA VAN EYSINGA, J.P.N.L.; SMILDE, K.W. **Nutritional diseases in glasshouse lettuce**. Centre for Agricultural Publishing and Documentation (Wageningen). 1971. 56p.

ROS, M.; HERNANDEZ M.T.; GARCIA,C. Soil microbial activity after restoration of a semiarid soil by organic amendments. **Soil Biology & Biochemistry**. v.35, p.463-469, 2003.

SAMPAIO, R.A.; RAMOS, S.J.; SILVA, L.G.; COSTA, C.A.; FERNANDES, L.A. Produção e teor de metais pesados em alface adubada com composto de lixo urbano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias,** Recife, v.5, n.3, p.298-302, 2010.

SAMPAIO, R.A.; SILVA, L.G.; COSTA, C.A.; FERNANDES, L.A.; GUILHERME, D.O. Caracterização qualitativa e quantitativa de metais pesados em alface adubada com composto de lixo urbano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, (Suplemento), p.948–954, 2009.

SANTI, A; CARVALHO, M.A.C.; CAMPOS, O.R.; SILVA, A.F.; ALMEIDA, J.L.; MONTEIRO, S. Ação de material orgânico sobre a produção e características comerciais de cultivares de alface. **Horticultura Brasileira** v.28, p.87-90, 2010.

SANTOS, I.C.; CASALI, V.W.D.; MIRANDA, G.V. Teores de metais pesados, K e Na, no substrato, em função de doses de composto orgânico de lixo urbano e de cultivares de alface. **Ciência Rural**, v.29, 1999.

SANTOS, R.H.S.; CASALI, V.W.D.; CONDÉ, A.R.; MIRANDA, L.C.G. de. Qualidade de alface cultivada com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.12, n.1, p.29-32, 1994.

SANTOS, R.H.S.; SILVA, F.; CASALI, V.W.; CONDE, A.R. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v.36, n.11, 2001a.

SANTOS, R.H.S.; SILVA, F.; CASALI, V.W.; CONDE, A.R. Conservação pós-colheita de alface cultivada com composto orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.3, p.521-525, 2001b.

SIQUEIRA, J.O. **Biotecnologia do solo**: fundamentos e perspectivas. Lavras, MEC/ABEAS, 1988. 235p.

SHARMA, C.P.; SINGH, S. Sodium helps overcome potassium deficiency effects on water relations of cauliflower. **HortScience**, v.25, n.4, p.458-459, 1990.

SOUZA, L.M.; CASTILHOS, D.D.; MORSELLI, T.B.G.; CASTILHOS, R.M.V. Influência da aplicação de diferentes vermicompostos na biomassa microbiana do solo após cultivo de alface. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.12, n.4, p.429-434, 2006.

TEJADA, M.; Gonzalez, J.L. Effects of a crushed cotton gin compost on soil biological properties, nutrient leaching losses and maize yield. **Agronomy Journal**. 2006.

TRINDADE, A.V.; GRAZZIOTTI, P.H.; TÓTOLA, M.R. Utilização de características microbiológicas na avaliação da degradação ou recuperação de uma área sob mineração de ferro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.683-688, 2000.

TURAZI, C.M.V.; JUNQUEIRA, A.M.R.; OLIVEIRA, S.A.; BORGO, L.A. Acúmulo de nitrato em alface em função da adubação, horário de colheita e tempo de armazenamento. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.65-70, 2006.

VIDIGAL, S.M.; RIBEIRO, A.C.; CASALI, V.W.D.; FONTES, L.E.F. Resposta da alface (Lactuca sativa L.) ao efeito residual da adubação orgânica I – ensaio de campo (a). **Revista Ceres**, Viçosa, v.42, n.239, p.80-88, 1995.

VIEIRA, G.D'A.; CASTILHOS, D.D.; CASTILHOS, R.M.V. Atributos microbianos do solo após a adição de lodo anaeróbio da estação de tratamento de efluentes de parboilização do arroz. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.543-550, 2011.

VILLAS BÔAS, R.L.; PASSOS, J.C.; FERNANDES, M.; BÜLL, L.T.; CEZAR, V.R.S.; GOTO, R. Efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.22, p.28-34, 2004.

WALKLEY, A. & BLACK, I.A. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, v.37, p.29-38, 1934.

WEIR, R.G.; CRESSWELL, G.C. **Plant nutrient disorders** 3. Vegetable crops. Sydney, 1993. 105p.

WILLS, R.H.H.; LEE, T.H.; GRAHAM, D.; McGLASSON, W.B.; HALL, E.G. **Postharvest. Westport** : AVI, 1981. 163p.

YURI, J.E. **Produção, nutrição e conservação pós-colheita da alface tipo americana, cv. Raider, no verão e no inverno, em função da aplicação de e nitrogênio e potássio em cobertura**. 2004a. 139p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

YURI, J.E.; RESENDE, G.M.; RODRIGUES JÚNIOR, J.C.; MOTA, J.H.; SOUZA, R.J. Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p.127-130, 2004b.

ZAPPAROLI, I.D., O Adubo orgânico proveniente de resíduos sólidos de estações de tratamento de esgoto**.** Disponível em: http://www.ecopar.ufpr.br/artigos/a_004.pdf. Acesso em: 23/08/2011.

Anexos

Quadro 1. Quadrado médio e sua significância, obtidos na análise de variância dos dados de respiração basal (R_{basal}) e carbono orgânico (C_{org}) em solo fertilizado com doses crescentes de composto de resíduos da indústria têxtil e vermicomposto de esterco bovino, mais o esterco de bovino como tratamento adicional.

Variáveis	Fontes de variação (Graus de liberdade)								
	Blocos/ Parcela subdividida (3)	Substratos/ Composto e Vermecomposto (1)	Resíduo a/ (3)	Doses (4)	Doses X Substratos (4)	Esterco	Resíduo b/ (24)	CV a/ (%)	CV b/ (%)
R_{basal}	97546,4166	1110012,6938	1070784,0555	3118584,3103**	761661,4906	639121,9891	639188,1612	26,52	20,49
$C_{org.}$	0,0002	0,0017	0,0023	0,1591 **	0,0037**	0,0063**	0,0005	8,89	4,25

** = significativo a 1 %, pelo teste de Tukey

Quadro 2. Quadrado médio e sua significância, obtidos na análise de variância dos dados de produção de alface fertilizada com doses crescentes de composto de resíduos da indústria têxtil e vermicomposto de esterco bovino.

Variáveis [1/]	Fontes de variação (Graus de liberdade)								
	Blocos/ Parcela subdividida (3)	Substratos/ Composto e Vermicomposto (1)	Resíduo a/ (3)	Doses (4)	Doses X Substratos (4)	Esterco	Resíduo b/ (24)	CV a/ (%)	CV b/ (%)
Diâmetro	28,3670	12,7998	4,9616	72,1117 **	9,9599*	32,2261**	2,7699	7,52	5,62
NF	0,0071	0,0071	0,0008	0,0044**	0,0005	0,0086**	0,0006	1,73	1,50
MFPA	16202,5576	8694,7373	1177,6881	43172,2212**	4020,9739*	32017,9215**	1213,3827	13,23	13,43
MSPA	6,8045	10,9205	3,0506	11,7302**	10,4938**	30,4451**	1,9249	15,40	12,24

* = significativo a 5 %, ** = significativo a 1 %, pelo teste de Tukey

[1/] MFPA = Massa fresca parte aérea; MSPA = Massa seca parte aérea; NF = Número de folhas.

Quadro 3. Quadrado médio e sua significância, obtidos na análise de variância dos dados de perda acumulada de massa fresca até 72 horas após a colheita em plantas de alface fertilizadas com doses crescentes de composto de resíduos da indústria têxtil e vermicomposto de esterco bovino e conservadas a temperatura ambiente.

Variáveis [1/]	Fontes de variação (Graus de liberdade)								
	Blocos/ Parcela subdividida (3)	Substratos/ Composto e Vermecomposto (1)	Resíduo a/ (3)	Doses (4)	Doses X Substratos (4)	Esterco	Resíduo b/ (24)	CV (%)	CV (%)
PERH12	0,000363	0,016140	0,006449	0,005874	0,001292	0,000404	0,002483	23,82	14,78
PERH24	0,000271	0,013635	0,005059	0,011408*	0,000457	0,000001	0,002482	14,96	10,48
PERH36	0,000488	0,019167	0,006980	0,011148*	0,001587	0,002905	0,003160	14,27	9,60
PERH48	0,000677	0,021142	0,008878	0,012491*	0,001962	0,005576	0,003549	14,61	9,24
PERH60	0,001938	0,024885	0,011430	0,013989*	0,003228	0,001560	0,005070	14,96	9,97
PERH72	0,001919	0,025175	0,014713	0,020309*	0,003199	0,003418	0,005898	15,37	9,73

* = significativo a 5 %, ** = significativo a 1 %, pelo teste de Tukey

[1/] PERH12 = Perda acumulada de massa fresca 12 horas após a colheita; PERH24 = Perda acumulada de massa fresca 24 horas após a colheita; PERH36 = Perda acumulada de massa fresca 36 horas após a colheita; PERH48 = Perda acumulada de massa fresca 48 horas após a colheita; PERH60 = Perda acumulada de massa fresca 60 horas após a colheita; PERH72 = Perda acumulada de massa fresca 72 horas após a colheita;

Quadro 4. Quadrado médio e sua significância, obtidos na análise de variância dos dados de grau de senescência de plantas de alface fertilizadas com doses crescentes de composto de resíduos da indústria têxtil e vermicomposto de esterco bovino, conservadas a temperatura ambiente por até 72 horas após a colheita.

Variáveis [1/]	Fontes de variação (Graus de liberdade)								
	Blocos/ Parcela subdividida (3)	Substratos/ Composto e Vermecomposto (1)	Resíduo a/ (3)	Doses (4)	Doses X Substratos (4)	Esterco	Resíduo b/ (24)	CV (%)	CV (%)
AVAH24	0,000979	0,000013	0,000623	0,054407**	0,005223	0,005154	0,002871	1,24	2,65
AVAH36	0,013059	0,000205	0,002822	0,074785**	0,012639*	0,022218*	0,003909	2,92	3,43
AVAH48	0,008269	0,020503	0,005427	0,045874**	0,017531*	0,008378	0,003330	4,27	3,35
AVAH60	0,019685	0,034887	0,003478	0,053519**	0,006850	0,000373	0,004758	3,65	4,27
AVAH72	0,020847*	0,034398*	0,002151	0,053223**	0,006666	0,020051*	0,004223	3,04	4,26

* = significativo a 5 %, ** = significativo a 1 %, pelo teste de Tukey

[1/] AVAH24 = Avaliação 24 horas após a colheita; AVAH36 = Avaliação 36 horas após a colheita; AVAH48 = Avaliação 48 horas após a colheita; AVAH60 = Avaliação 60 horas após a colheita; AVAH72 = Avaliação 72 horas após a colheita;

Quadro 5. Quadrado médio e sua significância, obtidos na análise de variância dos dados de teores de macronutrientes de plantas de alface fertilizadas com doses crescentes de composto de resíduos da indústria têxtil e vermicomposto de esterco bovino.

Variáveis	Fontes de variação (Graus de liberdade)								
	Blocos/ Parcela subdividida (3)	Substratos/ Composto e Vermecomposto (1)	Resíduo a/ (3)	Doses (4)	Doses X Substratos (4)	Esterco	Resíduo b/ (24)	CV (%)	CV (%)
Nitrogênio	61,28327	125,29547	40,53087	1318,75528**	8,80690	397,85808*	60,25909	12,68	15,47
Fósforo	0,093686	0,477138*	0,033115	11,637919**	0,746450**	3,283840**	0,118908	4,71	8,93
Potássio	216,28739	66,44337	465,46085	3934,50992**	62,18578	236,12677	97,95764	32,47	14,90
Cálcio	0,092922	0,030294	0,038961	8,295550**	0,008455	0,382769*	0,052473	4,08	4,74
Magnésio	0,005035	0,022349	0,009152	2,593222**	0,052026**	0,103266**	0,007899	1,98	1,84
Enxofre	0,081744	0,001594	0,260242	4,103180**	0,004554	0,112067	0,171643	22,55	18,31

* = significativo a 5 %, ** = significativo a 1 %, pelo teste de Tukey

Quadro 6. Quadrado médio e sua significância, obtidos na análise de variância dos dados de teores de micronutrientes de plantas de alface fertilizadas com doses crescentes de composto de resíduos da indústria têxtil e vermicomposto de esterco bovino.

Variáveis	Fontes de variação (Graus de liberdade)								
	Blocos/ Parcela subdividida (3)	Substratos/ Composto e Vermecomposto (1)	Resíduo a/ (3)	Doses (4)	Doses X Substratos (4)	Esterco	Resíduo b/ (24)	CV (%)	CV (%)
Boro	33,69543	6,60091	0,73486	3185,57012**	8,73018	1406,38288**	12,53988	2,36	9,76
Zinco	28,27304	2467,63099*	233,19470	9220,06447**	303,57343	1608,39238**	110,19971	16,44	11,30
Ferro	23261,3538	8,6838	8296,1825	117204,6284**	5.806,0380	47.480,2280	12039,6928	11,27	13,58
Cobre	0,52751	12,24066	1,28409	12,34647**	2,63162**	0,05383	0,56251	49,47	32,74
Manganes	3,96814	531,27189**	4,73155	3164,87892**	35,90425*	799,14405**	9,66385	6,83	9,76

* = significativo a 5 %, ** = significativo a 1 %, pelo teste de Tukey

Figura 8. Colheita das plantas aos 50 dias após o transplantio das mudas: 0 m^3 ha^{-1} de composto (a), 0 m^3 ha^{-1} de vermicomposto (b), 7,5 m^3 ha^{-1} de composto (c), 7,5 m^3 ha^{-1} de vermicomposto (d), 15 m^3 ha^{-1} de composto (e), 15 m^3 ha^{-1} de vermicomposto (f), 30 m^3 ha^{-1} de composto (g) e 30 m^3 ha^{-1} de vermicomposto (h).

Figura 9. Colheita das plantas aos 50 dias após o transplantio das mudas: 40 m^3 ha^{-1} de esterco bovino (a), 60 m^3 ha^{-1} de composto (b), 60 m^3 ha^{-1} de vermicomposto (c).