PRODUÇÃO VEGETAL

Revista Varia Scientia Agrárias
v. 04, n.01, p. 65-79

Alice Jacobus de Moraes[2],
Affonso Celso Gonçalves Junior[3],
Herbert Nacke[4],
Mayara MitikoYoshihara[5]

DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES EM PLANTAS DE MANJERICÃO SOB DIFERENTES SOLOS E FONTES DE ADUBAÇÃO[1]

RESUMO: Realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar disponibilidade do teor de metais pesados tóxicos presentes em plantas de manjericão (*Ocimumbasilicum*) submetidas a diferentes tratamentos com adubação orgânica e adubação convencional em solos de textura arenosa e argilosa. Foram realizados ensaios em casa de vegetação utilizando-se um latossolo vermelho eutroférrico e um argissolo vermelho distrófico. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2x3, com quatro repetições, utilizando-se doses recomendadas pela análise química de solo de adubação química e orgânica, bem como o dobro da dose recomendada em ambos os solos. Pôde-se concluir que os solos argilosos favoreceram a disponibilidade de P, K, Ca, Cu, Zn, Fe, Cd e Pb; e os solos de textura arenosa favoreceram a disponibilidade de N, Mn e Cr. A adubação orgânica disponibilizou maiores teores de N, P, Mg e Zn, enquanto a adubação química evidenciou a presença de metais pesados tóxicos (Cd e Pb) nas fontes de NPK utilizadas.

Data de submissão: 11-07-2012. Data de Aceite: 14-06-2013

[1] Este trabalho é fruto de parte da dissertação de mestrado intitulada "Disponibilidade de nutrientes e metais pesados tóxicos em plantas medicinais cultivadas em solos de diferentes texturas e sob diferentes condições de adubação" apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UNIOESTE, *campus* de Marechal Cândido Rondon.

[2] Mestre em Agronomia, Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Unioeste, *campus* de Marechal Cândido Rondon, PR, (045) 3284-7911, Rua Pernambuco 1777, Centro, Marechal Cândido Rondon, CEP 85960-000, e-mail: alicemoraes@hotmail.com.

[3] Químico, Pós-Doutorado em Ciências Ambientais na UFG-GO, Professor Associado A da UNIOESTE, *campus* de Marechal Cândido Rondon, PR.

[4] Engenheiro Agrônomo, Doutorando do PPGA da UNIOESTE, *campus* de Marechal Cândido Rondon, PR.

[5] Bióloga, Mestre em Agronomia pelo PPGA da UNIOESTE, *campus* de Marechal Cândido Rondon, PR.

PALAVRAS-CHAVE: fitodisponibilidade; fertilizante químico; fertilizante orgânico.

NUTRIENTS AVAILABILITY IN BASIL PLANTS ON SOILS OF DIFFERENT TEXTURES AND FERTILIZATION CONDITIONS

ABSTRACT: The aim of this work was to evaluate the availability of the content of toxic heavy metals in plants of basil (Ocimum basilicum) submitted to different treatments with organic and conventional fertilization in sandy soils and clay. Experiments were conducted in a greenhouse using a Red eutroferric Latossol and a Paleaudalf soil, in a factorial design with four replications, using the recommended doses by the chemical analysis of soil with both organic and chemical fertilizers as well as twice the recommended dose in both soils. It was concluded that the clay based soils favored the availability of P, K, Ca, Cu, Zn, Fe, Cd and Pb; and the sandy soils favored the availability of N, Mn and Cr. The organic fertilizer provided larger concentration of N, P, Mg and Zn, while the chemical fertilizer showed the presence of toxic heavy metals (Cd and Pb) in the sources of fertilizer used.

KEY WORDS: bioavailability, chemical fertilizer, organic manure.

INTRODUÇÃO

O manjericão (*Ocimum basilicum*) se destaca por apresentar substâncias de interesse para a indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética (SOUZA *et al.*, 2006).

A síntese de princípios ativos nas plantas medicinais é derivada do metabolismo secundário e pode ser regulada tanto por fatores genéticos quanto ambientais, como, por exemplo, a nutrição (COSTA *et al.*, 2008).

Freire (2004) cita dois exemplos da influência da nutrição de plantas medicinais sobre a produção de seus princípios ativos. O primeiro exemplo é o de Vömel (1984), que, ao estudar *Atropa belladona*L., demonstrou que o teor total de alcaloides era reduzido, proporcionalmente, nas plantas nas quais havia incremento de matéria seca em função da adubação. O segundo exemplo do mesmo comportamento é fornecido pelos estudos de Ming (1998), que avaliou a influência de diferentes dosagens de adubação orgânica (esterco de gado curtido) na produção de óleo essencial em erva-cidreira *Lippiaalba.*

Maia *et al.*, (2008) afirmam que, no cultivo de plantas medicinais, se deve dar preferência à utilização de adubos orgânicos, em vez de fertilizantes químicos, visando a preservar os princípios ativos. Em

geral, os adubos orgânicos apresentam teores de macronutrientes muito menores que os adubos minerais e são empregados, sobretudo, como fonte de nitrogênio, além de micronutrientes; além disso, exercem efeito positivo nas propriedades biológicas e físicas do solo.

Em estudo comparando o efeito da adubação química e diferentes fontes de adubação orgânica na produção de biomassa, teor e rendimento do óleo essencial de capim-limão, Costa *et al.* (2008) verificaram maior número de perfilhos, aumento na biomassa seca da parte aérea e radicular e rendimento de óleo essencial em plantas adubadas com esterco avícola.

Em geral, a adubação orgânica, além de melhorar a drenagem e a aeração do solo, incrementa a capacidade de armazenamento de água, níveis de nutrientes e a população de microrganismos benéficos ao solo e à planta, estimulando o desenvolvimento radicular (CAVALCANTE *et al.*, 2010).

Santos, Amaral Sobrinho e Mazur (2003) afirmam que os fertilizantes minerais e os defensivos agrícolas contêm frequentemente impurezas, entre elas metais pesados. Os mesmos autores citam estudos de Ramalho *et al.* (1999) sobre a contribuição de fertilizantes fosfatados no aumento dos teores de metais pesados em solos cultivados com cana de açúcar. Nesses estudos, pode-se observar um aumento significativo de Cd em solos que receberam fertilizantes fosfatados durante o período de 25 anos.

O aumento anormal das concentrações de metais pesados nos solos de agricultura altamente tecnificada é resultado da deposição atmosférica e da aplicação de agrotóxicos, resíduos orgânicos e inorgânicos urbanos industriais, fertilizantes e corretivos (GONÇALVES JR; LUCHESE; LENZI, 2000).

Os metais pesados são elementos químicos (metais e alguns semimetais) que possuem densidade superior a 5 g cm^{-3} e número atômico maior do que 20 (GONÇALVES JR; PESSOA, 2002). Duffus (2002) afirma que tem sido utilizado, cada vez mais frequentemente, o termo "elementos traço" como substituto de "metais pesados", caracterizados como metais presentes em pequenas concentrações no ambiente e nos seres vivos, sendo alguns considerados essenciais do ponto de vista biológico, enquanto outros não o são.

Gonçalves Jr, Selzlein e Nacke (2009) afirmam que metais como cobre (Cu), zinco (Zn), níquel (Ni) e cromo (Cr) são utilizados no metabolismo biológico e considerados essenciais, enquanto chumbo (Pb) e cádmio (Cd) não são essenciais, portanto, são tóxicos, mesmo em níveis de traço. Os metais essenciais podem também produzir

efeitos tóxicos quando em concentrações elevadas. Portanto, nem todo metal pesado é essencialmente tóxico.

As plantas podem acumular estes metais em todos os tecidos, podendo transferi-los para a cadeia alimentar, e esta acumulação atualmente é um dos temas de interesse ambiental, não apenas devido à fitotoxicidade de muitos destes metais, mas também em razão dos potenciais efeitos nocivos na saúde animal e humana (SHWANTZ *et al.,* 2008). Soares *et al.* (2001) avaliaram em casa de vegetação o acúmulo e a distribuição de metais pesados nas raízes, no caule e nas folhas de mudas de vinte espécies arbóreas tropicais crescendo em solo contaminado por Zn, Cd, Cu e Pb e verificaram que algumas das espécies testadas tiveram o crescimento inibido pela contaminação.

Conduziu-se este estudo, com o objetivo de avaliar o teor de metais pesados tóxicos Cd, Pb e Cr, e dos elementos nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), Cu, Zn, ferro (Fe) e manganês (Mn) presentes em plantas de manjericão (*Ocimumbasilicum*) submetidas a diferentes tratamentos com adubação orgânica e adubação convencional em solos de diferentes texturas.

MATERIAL E MÉTODOS

Conduziu-se o experimento em área experimental de cultivo protegido da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), no município de Marechal Cândido Rondon, PR.

Delineamento experimental

Os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial (2x2x3), dispostos em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), sendo duas texturas de solo (argilosa e arenosa), duas formas de adubação (química e orgânica) e três doses de adubação (sem adubação, dose recomendada e o dobro da dose recomendada), o que totalizou 12 tratamentos com quatro repetições, dispostos em 48 vasos plásticos com capacidade para 5 kg de solo.

Caracterização dos solos utilizados no experimento

Os solos utilizados no experimento foram coletados na camada de 0-20 cm de profundidade. O solo de textura argilosa foi coletado no município de Marechal Cândido Rondon, PR, e classificado como

latossolo vermelho eutroférrico (LVe) e o solo de textura arenosa foi coletado no município de Palotina, PR, e classificado como argissolo vermelho distrófico (PVd).

Para determinar a distribuição das partículas primárias de solo (areia, silte e argila), foi realizada uma análise granulométrica, conforme metodologia de Coelho *et al.* (2009), sendo os resultados apresentados na Tabela1.

Tabela1 Análise granulométrica do solo

	Argila	Silte	Areia
	----------g kg^{-1}----------		
LVe	697,00	230,93	72,07
PVd	60,00	50,78	889,22

As Tabelas 2 e 3 apresentam os resultados da análise química dos solos realizada de acordo com Pavan *et al.* (1992).

Tabela 2 Análise química do latossolo vermelho eutroférrico (LVe) e do argissolo vermelho distrófico (PVd)

	P	MO	pH	H+Al	Al^{3+}	K^{+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	SB	CTC	V
	mg dm^{-3}	g dm^{-3}	$CaCl_2$ 0,01 mol L^{-1}	----------$cmol_c dm^{-3}$----------							%
LVe	8,40	21,20	5,12	3,49	0,10	0,60	4,17	0,86	5,60	9,10	61,80
PVd	2,19	6,84	4,46	2,81	0,15	0,04	0,60	0,16	0,80	3,61	22,16

Tabela 3 Teores de metais pesados no latossolo vermelho eutroférrico (LVe) e do argissolo vermelho distrófico (PVd)

	Cu	Zn	Fe	Mn	Cd	Pb	Cr
	----------g kg^{-1}----------						
LVe	14,90	173,00	45,20	3,40	3,00	48,00	5,00
PVd	2,80	72,00	8,61	0,60	1,00	20,00	ND

Adubação química

Para a recomendação da adubação química, utilizou-se a análise química dos solos (Tabelas 2 e 3).

Os valores das doses utilizadas para adubação química (recomendada e o dobro da dose recomendada) encontram-se na Tabela

4 (RAIJ *et al.*, 1997). As fontes de N, P e K utilizadas foram sulfato de amônio ($(NH_4)_2SO_4$), cloreto de potássio (KCl) e fosfato monoamônico (MAP) respectivamente.

Tabela 4 Doses de adubação química utilizadas nos tratamentos nos solos de textura argilosa (LVe) e arenosa (PVd)

	N	P	K
	----------kg ha^{-1}----------		
Dose recomendada LVe	30,00	50,00	20,00
Dobro da dose recomendada LVe	60,00	100,00	40,00
Dose recomendada PVd	30,00	120,00	80,00
Dobro da dose recomendada PVd	60,00	240,00	160,00

Adubação orgânica

Para recomendação da adubação orgânica, foi utilizado o Boletim 100 do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), que recomenda para ervas medicinais de 20 a 50 ton ha^{-1}(RAIJ *et al.*, 1997). Dessa forma, a dose recomendada para o solo argiloso no experimento foi de 30 ton ha^{-1} e o dobro foi 60 ton ha^{-1}, já para o solo arenoso a dose recomendada foi de 40 ton ha^{-1} e o dobro foi de 80 ton ha^{-1} de composto orgânico.

O composto orgânico utilizado no experimento foi preparado com esterco de suínos retirado de um tanque de decantação de dejetos e seco ao sol, misturado com restos de corte de gramado. A pilha de compostagem foi constituída de camadas de aproximadamente 10 centímetros, sendo que a primeira camada era composta por gramado, a camada seguinte composta por esterco de suínos, a camada seguinte composta novamente por gramados, seguindo nesta ordem até atingir cerca de um metro de altura (CENTEC, 2004).

Durante o processo de compostagem, as pilhas foram reviradas a cada 15 dias com vistas a se manter a aeração e a umidade do composto. Aos 60 dias, o composto apresentou aspecto de “terra preta”, característico de adubo orgânico. O composto orgânico foi caracterizado quimicamente por meio de digestão nitroperclórica (AOAC, 2005) e a determinação dos elementos foi feita por espectrometria de absorção atômica, modalidade chama (EAA/chama) (WELZ; SPERLING, 1999). Os resultados são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 Análise química do composto orgânico

N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	Cd	Pb	Cr
----------g kg^{-1}----------					----------m gkg^{-1}----------						
13,13	10,83	2,00	41,30	5,20	314,00	250,00	416,00	536,00	2,00	62,00	17,00

Instalação e condução do experimento

Para utilização dos solos no experimento, estes foram peneirados na granulometria de 5mm. No solo arenoso, foi necessária a realização de calagem para elevação da saturação por bases a 50% e utilizou-se calcário calcítico como corretivo (SANTIN *et al.*, 2007).

Foram semeadas cerca de 10 sementes de manjericão por vaso e, no sétimo dia após a semeadura, foi realizado o desbaste, restando apenas quatro plantas por vaso. A retirada de plantas invasoras foi realizada diariamente, e não houve necessidade de controle de pragas ou doenças na cultura. Os vasos eram regados diariamente no intuito de manter a capacidade de campo do solo.

Finalização do experimento

Aos 60 dias de cultivo, todas as plantas foram cortadas rente ao solo e lavadas com água corrente (de torneira) e em seguida com água deionizada e destilada. Após a lavagem, o material vegetal foi acondicionado separadamente em sacos de papel identificados e secos em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 65°C (LACERDA; FREITAS; SILVA, 2009).

Após a secagem, o material foi moído em moinho tipo Wiley com peneira de 2mm. As amostras moídas foram acondicionadas em sacos de polietileno separadas individualmente para serem analisadas quimicamente, com objetivo de determinar os teores de metais pesados tóxicos Cd, Pb e Cr e dos elementos K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe e Mn por meio de digestão nitroperclórica (AOAC, 2005) seguida de determinação EAA/chama (WELZ; SPERLING, 1999).

Na quantificação de N e P, utilizou-se digestão sulfúrica (AOAC, 2005) seguida de Espectrofotometria de Ultravioleta Visível (UV-VIS) para determinação de P total e destilação em Microdestilador Kjeldhal para determinação de N total (MANTOVANI *et al.*, 2005).

Análise dos dados

Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao Teste

de Tukey, considerando 5% de probabilidade a fim de verificar o efeito dos tratamentos em relação à disponibilidade dos elementos avaliados na cultura do manjericão. Foi realizada a transformação de dados para a variável Cr; para tanto, utilizou-se a transformação de raiz quadrada + 1 para os valores desta variável.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos quadrados médios obtidos na análise de variância para os teores de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe e Mn e dos metais pesados tóxicos Cd, Pb e Cr nas plantas de manjericão encontram-se nas Tabelas 6 e 7.

Os resultados apresentados nas Tabelas 6 e 7 demonstram que a textura do solo influenciou de forma significativa (P>0,05) na absorção de todos os elementos, com exceção do Mg. Para as fontes de adubação, obteve-se diferença significativa (P>0,05) para os elementos N, P, K, Mg, Zn, Mn, Cd e Pb nas plantas de manjericão. Com relação às doses de adubação, assim como para os solos, obteve-se diferença significativa (P>0,05) para todos os elementos, com exceção do Mg.

Na interação entre solo e adubação e na interação entre solo e doses, observa-se que ocorreram diferenças significativas (P>0,05) para todos os elementos avaliados. Já para a interação entre adubação e doses ocorre diferença estatística significativa (P>0,05) para todos os elementos, com exceção do Fe e do Cu (Tabela 6 e 7).

Tabela 6 Análise de variância para os teores de N, P, K, Ca e Mg nas plantas de manjericão

Fonte de variação	GL	N	P	K	Ca	Mg
		----------QM----------				
Solo	1	0,56*	21,29*	206,88*	30,48*	0,270^{NS}
Adubação	1	1,23*	7,53*	17,22*	0,53^{NS}	1,613*
Dose	2	0,75*	11,59*	35,42*	40,76*	0,058^{NS}
Solo x Adubação	1	0,09*	1,50*	70,69*	10,22*	0,300*
Solo x Dose	2	2,23*	1,87*	11,61*	29,04*	0,327*
Adubação x Dose	2	0,23*	2,92*	2,07*	3,36^{NS}	0,156*
Solo x adubação x Dose	2	0,01*	0,11*	45,93*	37,37*	0,295*
CV(%)		15,45	10,43	9,79	6,42	3,16
DMS		0,15	0,26	0,85	1,16	0,15

*, significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F
^{NS} - não significativo pelo teste de F

Na interação tripla entre solo, adubação e doses, foi constatada diferença significativa (P>0,05) entre todos os elementos avaliados nas plantas de manjericão (Tabela 6 e 7).

Tabela 7 Análise de variância para os teores dos metais pesados Cu, Zn, Fe, Mn, Cd, Pb e Cr nas plantas de manjericão

Fonte de variação	GL	Cu	Zn	Fe	Mn	Cd	Pb	Cr
		----------	----------	----------	QM	----------	----------	----------
Solo	1	1008,33*	792,19*	1407846,25*	52602,52*	2,297*	627,130*	50,86*
Adubação	1	2,52^{NS}	325,52*	85809,79^{NS}	173280,33*	2,297*	115,630*	0,23^{NS}
Dose	2	67,28*	492,13*	160150,72*	70059,25*	1,130*	101,880*	7,54*
Solo x Adubação	1	27,00*	35,02*	2458,17*	520,08*	1,505*	35,880*	14,03*
Solo x Dose	2	67,04*	5,67*	281575,50*	17981,82*	0,609*	87,286*	0,34*
Adubação x Dose	2	1,04^{NS}	249,72*	14927,67^{NS}	41953,44*	0,578*	120,161*	0,69*
Solo x Adubação x Dose	2	4,05*	91,47*	87112,33*	3826,19*	1,290*	140,068*	12,49*
CV(%)		20,76	18,55	25,69	18,00	17,3	12,62	42,37
DMS		1,66	4,29	103,82	26,30	0,240	3,033	0,66

*, significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F
^{NS} - não significativo pelo teste de F

Na Tabela 8, são apresentadas as concentrações de N, P, K, Ca, Cu, Zn, Fe, Mn, Cd, Pb e Cr encontradas nas plantas de manjericão em função dos dois tipos de solo utilizados no experimento.

Tabela 8 Médias das concentrações de N, P, K, Ca, Cu, Zn, Fe, Mn e dos metais pesados tóxicos Cd, Pb e Cr no solo argiloso (LVe) e no solo arenoso (PVd)

	N	P	K	Ca	Cu	Zn	Fe	Mn	Cd	Pb	Cr
	----------	----------	g kg^{-1}	----------	----------	----------	----------	mgkg^{-1}	----------	----------	----------
LVe	1,59b	4,91a	16,95a	31,64a	18,27a	43,58a	861,62a	216,54b	2,58a	44,69a	1,64b
PVd	1,81a	3,57b	12,80b	30,05b	9,10b	35,45b	519,10b	282,75a	2,14b	37,46b	3,70a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade

O fato de ocorrer maior disponibilidade de N no solo de textura arenosa pode ser explicado por Heinheimer *et al.* (2000). O referido estudo demonstra que a aplicação de calcário e de fertilizantes nitrogenados proporcionou a formação de sais solúveis de nitrato, forma na qual o N se encontra disponível para as plantas no solo.

A Tabela 8 mostra que a concentração de P, K, Ca, Cu, Zn e Fe nas plantas de manjericão cultivadas em solo de textura argilosa foi maior que as concentrações dos mesmos elementos encontrada nas plantas cultivadas em solo arenoso.

Colombo (2010) afirma que os nutrientes podem ser inferidos indiretamente pela textura do solo. Solos arenosos são pobres em nutrientes e apresentam alta porosidade, o que dificulta a retenção de cátions (Ca^{2+}, Mg^{2+} e K^{+}), permite um curto tempo de residência da água e rápido escoamento, expondo as plantas a uma condição de estresse nos períodos secos. Ao contrário, solos mais argilosos retêm melhor a água e os cátions, facilitando o crescimento das plantas.

Os teores de Cu encontrados neste experimento foram maiores nas plantas de manjericão cultivadas em solos de textura argilosa. O Mn, por sua vez, apresentou-se em maiores concentrações nas plantas de manjericão cultivadas em solos arenosos. Essa relação inversa pode ser explicada por Lima *et al.* (2008), que afirmaram que os dois nutrientes (Cu e Mn) competem entre si na absorção celular e o excesso de um reduz a concentração do outro em tecidos vegetais.

Os metais pesados tóxicos Cd e Pb apresentaram concentrações maiores em plantas de manjericão cultivadas em solos de textura argilosa. Korf *et al.* (2008) avaliaram a retenção de metais em solos de áreas de disposição de resíduos sólidos urbanos e observaram o significativo potencial de retenção de metais nos solos argilosos.

Na Tabela 9, são apresentadas as concentrações de N, P, K, Mg, Zn, Mn, Cd e Pb encontradas nas plantas de manjericão em função dos dois tipos de adubação utilizados no experimento.

Tabela 9 Médias da concentração de N, P, K, Mg, Zn e Mn em plantas de manjericão e dos metais pesados tóxicos Cd e Pb em função da fonte de adubação do solo

	N	P	K	Mg	Zn	Mn	Cd	Pb
	———	———	g kg^{-1}	———	———	———	mgkg^{-1}	———
Química	1,54b	1,52b	3.84b	8,10b	36,92b	309,72a	2,58a	42,62a
Orgânica	1,86a	1,85a	4.64a	8,47a	42,12a	189,56b	2,14b	39,52b

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade

O N apresentou maior disponibilidade nas plantas de manjericão adubadas com composto orgânico. Segundo Maia e Cantarutti (2004), a principal reserva de N do solo é a matéria orgânica, com grande

significado para o suprimento do nutriente para as culturas. O N orgânico é mineralizado à amônia que, nas condições de acidez predominante nos solos, é convertida a NH_4^+ ou, então, a NO_3^-, pela ação das bactérias nitrificantes, tornando-se disponível às culturas.

Para os teores de P, a adubação orgânica mostrou-se a fonte que mais disponibilizou o nutriente para as plantas de manjericão cultivas neste experimento. Em trabalho sobre acúmulo de K e P em sistema de plantio direto adubado com dejetos de suínos, Dortzbach (2009) pôde verificar o aumento dos teores desses dois elementos em cultivo orgânico. Porém, neste experimento, o K apresentou concentrações maiores em plantas adubadas com fertilizante químico.

As concentrações de Zn foram superiores nas plantas de manjericão adubadas com composto orgânico que apresentou alta concentração deste elemento. Girotto *et al.* (2007) explicam que os dejetos de suínos, material do qual foi preparado o composto orgânico utilizado neste experimento, possuem alta concentração de Zn.

Os teores de Cd e Pb encontrados nas plantas de manjericão foram superiores nos tratamentos em que se utilizou a adubação química. Freitas *et al.* (2009) evidenciaram a presença de Pb e Cd nos fertilizantes utilizados e a disponibilidade dos metais no solo para as plantas analisadas.

A Tabela 10 apresenta as concentrações dos elementos N, P, K, Mg, Zn, Mn, Cd e Pb, as quais mostraram diferença estatística na interação entre as duas texturas de solo (argilosa e arenosa) e as duas fontes de adubação (química e orgânica).

Tabela 10 Médias das concentrações de N, P, K, Ca, Mg, Zn, Mn e Cd na interação entre solo e adubação

		N	P	K	Mg	Zn	Mn	Cd
		----------g kg^{-1}----------			----------mg kg^{-1}----------			
LVe	Química	1,47b	4,34b	16,33b	8,10a	40,12b	273,33a	2,62a
	Orgânica	1,71a	5,48a	17,56a	8,31a	47,04a	159,75b	2,54a
PVd	Química	1,61b	3,36b	14,61a	8,10a	33,70a	346,12a	2,54a
	Orgânica	2,01a	4,34a	10,98b	8,62b	37,20a	219,37b	1,75b

Para cada tipo de solo, médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade

Para os elementos N e P, ocorreram maiores concentrações em plantas de manjericão cultivadas em ambas as texturas de solo (arenosa e argilosa) adubado com composto orgânico. Para o elemento K, as concentrações maiores em plantas de manjericão foram apresentadas

no cultivo em solo argiloso adubado com composto orgânico e em solo de textura arenosa no qual foi utilizada a adubação química.

O Mg apresentou teores maiores em plantas de manjericão cultivadas em solo arenoso adubadas com o composto orgânico. Para esse elemento, não houve diferença estatística entre as duas formas de adubação (química e orgânica) nos tratamentos onde se utilizaram solos de textura argilosa.

Para o elemento Zn, foram encontradas maiores concentrações nas plantas de manjericão cultivadas em solo argiloso adubado com composto orgânico, não havendo diferença estatística (P>0,05) entre as duas fontes de adubação (química e orgânica) no solo de textura arenosa para este elemento.

Na interação entre solo e adubação, o elemento Mn apresentou concentrações maiores em plantas de manjericão cultivadas em solo de textura argilosa e arenosa no qual se utilizou adubação química. O elemento Cd apresentou concentrações maiores em plantas de manjericão cultivadas em solo arenoso no qual foi utilizada a adubação química.

CONCLUSÕES

Com este trabalho, pôde-se concluir que as texturas de solo (argilosa e arenosa) e as fontes de adubação (química e orgânica) influenciaram significativamente a disponibilidade dos elementos avaliados.

A adubação química disponibilizou maiores concentrações dos elementos K, Mn, Cd e Pb, evidenciando a presença de metais pesados tóxicos nas fontes de NPK utilizadas. A adubação orgânica favoreceu a disponibilidade de N, P, Mg e Zn, devido ao incremento de matéria orgânica no solo.

O solo de textura argilosa favoreceu a disponibilidade da maioria dos elementos (P, K, Ca, Cu, Zn, Fe, Cd e Pb) devido à sua capacidade de troca de cátions. Os solos de textura arenosa, por sua vez, disponibilizaram os elementos N, Mn e Cr.

REFERÊNCIAS

AOAC.**Official methods of analysis**. 18 ed. Maryland: AOAC, 2005.

CAVALCANTE, I. H. L.; ROCHA, L. F.; SILVA JUNIOR, G. B.; AMARAL, F. H. C.; NETO, R. F.; NÓBREGA, J. C. A. Fertilizantes orgânicos para o cultivo da melancia em Bom Jesus-PI. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 4, p. 518-524, 2010.

CENTEC. **Produtor de plantas medicinais-Cadernos tecnológicos.** Instituto Centro de Ensino Tecnológico. 2. ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2004.

COELHO, G. F.; GONÇALVES JR., A. C.; SEIDEL, E.; CARVALHO, E. A.; SCHWANTES, D. Avaliação da granulometria de solos de sete municípios da região oeste do Paraná. **Revista Sinergys muss cyentifica**, Pato Branco, v. 4, n. 1, 2009.

COLOMBO A. F. **Textura de solo, abertura de dossel e a abundância da palmeira Astrocaryum sciophilum (Arecaceae).** Manaus, AM: Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, 2010. Disponível em:<http://pdbff.inpa.gov.br/cursos/efa/livro/2006/pdfs/pfalexandre.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2010.

COSTA, L. C. B.; ROSAL, L. F.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V. Efeito da adubação química e orgânica na produção de biomassa e óleo essencial em capim-limão [*Cymbopogoncitratus*(DC.) Stapf.]. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 10, n. 1, p. 16-20, 2008.

COSTA, L. C. B.; PINTO, J. E. B. P.; CASTRO, E. M. et al. Tipos e doses de adubação orgânica no crescimento, no rendimento e na composição química do óleo essencial de elixir paregórico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2173-2180, 2008.

DORTZBACH, D. Acúmulo de fósforo e potássio em solo adubado com dejetos suínos cultivado com milho sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 2847-2850, 2009.

DUFFUS, J. H. "Heavy metals" – a meaninglessterm? **Pure and applied chemistry (IUPAC Tecnhical Report)**, Durham, v. 74, n. 5, p. 793-807, 2002.

FREIRE, M. F. I. Plantas Medicinais: a importância do saber cultivar. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, n. 5, 2004.

FREITAS, E. V. S.; NASCIMENTO, C. W. A.; GOULART, D. F.; SILVA, J. P. S. Disponibilidade de cádmio e chumbo para milho em solo adubado com fertilizantes fosfatados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1899-1907, 2009.

GIROTTO, E.; CERETTA, C. A.; BRUNETTO, G.; LOURENZI, C. R.; VIEIRA, R. C. B.; LORENSINI, F.; TRENTIN, E. E. Acúmulo de cobre e zinco no

solo após sucessivas aplicações de dejeto líquido de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31, 2007, Gramado. **Anais...** Gramado: 2007.

GONÇALVES JR, A. C.; SELZLEIN, C.; NACKE, H. Uso de biomassa seca de aguapé (*Eichorniacrassipes*) viando a remoção de metais pesados de soluções contaminadas. **Acta Scientiarum. Technology**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 103-108, 2009.

GONÇALVES JR, A. C.; PESSOA, A. C. S. Fitodisponibilidade de cádmio, chumbo e crômio, em soja cultivada em Argissolo Vermelto Eutrófico a partir de adubos comerciais. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 3, n. 1-2, p. 19-23, 2002.

GONÇALVES JR, A. C.; LUCHESE, E. B.; LENZI, E. Avaliação da fitodisponibilidade de cádmio, chumbo e crômio em soja, cultivada em Latossolo Vermelho Escuro tratado com fertilizantes comerciais. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 173-177, 2000.

HEINHEIMER, D. S.; SANTOS, E. J. S.; KAMINSKI, J.; XAVIER, F. M. Aplicação superficial de calcário no sistema plantio direto consolidado em solo arenoso. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 263-268, 2000.

KORF, E. P.; MELO, E. F. R. Q.; THOMÉ, A.; ESCOSTEGUY, P. A. V. Retenção de metais em solos da antiga área de disposição de resíduos sólidos urbanos de Passo Fundo-RS. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 2, n. 2, p. 43-60, 2008.

LACERDA, M. J. R.; FREITAS, K. R.; SILVA, J. W. Determinação da matéria seca de forrageiras pelos métodos de microondas e convencional. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 3, p. 185-190, 2009.

LIMA, R. L. S; SIQUEIRA, D. L.; FERREIRA, G. B.; WEBER, O. B.; CAZETTA, J. O.; LOPES, F. F. M. Variação sazonal de micronutrientes em folhas de aceroleira (*Malpighiaemarginata* DC.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 869-874, 2008.

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**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 39-44, 2004.

MAIA, S. S. S.; PINTO, J. E. B. P.; SILVA, F. N.; OLIVEIRA, C. Influência da adubação orgânica e mineral no cultivo do bamburral *(Hyptissuaveolens (L.) Poit.) (Lamiaceae)*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 4, p. 327-331, 2008.

MANTOVANI, J. R.; CRUZ, M. C. P.; FERREIRA, M. E.; BARBOSA, J. C. Comparação de procedimentos de quantificação de nitrato. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 1, p. 53-59, 2005.

PAVAN, M. A.; BLOCH, M. F.; ZEMPULSKI, H. C.; MIYAZAWA, M.; ZOCOLER. **Manual de análises químicas de solo e controle de qualidade**. Londrina: IAPAR, 1992. (Circular, 76).

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. rev. Campinas: IAC, 1997.

SANTIN, D., BENEDETTI, E. L.; BRONDANI, G. E.; REISMANN, C. B.; ROVEDA, L. F.; WEDLING, I. Calagem no crescimento de mudas de Erva Mate (*Ilexparaguaiensis* St. Hill). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31, 2007. **Anais...** Gramado: 2007.

SANTOS, F. S.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; MAZUR, N. Consequências do manejo do solo na distribuição de metais pesados em um agroecossistema com feijão-de-vagem (*Phaseolusvulgaris* L.). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n. 27 p. 191-198, 2003.

SHWANTZ, M.; FERREIRA, J. J.; FRÖEHLICH, P.; ZUANAZZI, J. A. S.; HENRIQUES, A. T. Análise de metais pesados em amostras de *Peumusboldus* Mol. (Monimiaceae). **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, Rio de Janeiro, n. 18, v. 1, p. 98-101, 2008.

SOARES, CL. R. F. S.; ACCIOLY, A. M. A.; MARQUES, T. C. C. L. S. M.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. Acúmulo e distribuição de metais pesados nas raízes, caule e folhas de mudas de árvores em solo contaminado por rejeitos de indústria de zinco. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Viçosa, v. 13, n. 3, p. 302-315, 2001.

SOUZA, R. F.; FAQUIN, V.; FERNANDES, L. A.; AVILA, F. W. Nutrição fosfatada e rendimento do feijoeiro sob influência da calagem e adubação orgânica. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 656-664, 2006.

WELZ, B.; SPERLING, M. **Atomic absorption spectrometry**. 2. ed. Weinheim: Wiley-VCH, 1999.