

## Disponibilidade de nutrientes e elementos potencialmente tóxicos para as plantas de hissopo em solo arenoso sob adubação mineral e orgânica

AFFONSO CELSO GONÇALVES JR.<sup>1,2\*</sup>; ENDRIGO ANTÔNIO DE CARVALHO<sup>3</sup>; GUSTAVO FERREIRA COELHO<sup>4</sup>; DANIEL SCHWANTES<sup>5</sup>; HERBERT NACKE<sup>5</sup>; ALICE JACOBUS DE MORAES<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Pós-doutor em Ciências Ambientais, Prof. Associado da UNIOESTE, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciência Agrárias, Rua Pernambuco 1777, CEP 85960-00, Marechal Cândido Rondon/PR, Brasil. E-mail: [affonso133@hotmail.com](mailto:affonso133@hotmail.com). \*Autor para correspondência

<sup>2</sup>Bolsista Produtividade em Pesquisa pelo CNPq

<sup>3</sup>Zootecnista, UNIOESTE, Centro de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon/PR, Brasil. E-mail: [endrigo.carvalho@hotmail.com](mailto:endrigo.carvalho@hotmail.com)

<sup>4</sup>Mestrando em Agronomia, UNIOESTE, Centro de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon/PR, Brasil. E-mail: [gfc\\_faramir@hotmail.com](mailto:gfc_faramir@hotmail.com)

<sup>5</sup>Doutorando em Agronomia, UNIOESTE, Centro de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon/PR, Brasil. E-mail: [herbertnacke@hotmail.com](mailto:herbertnacke@hotmail.com), [daniel\\_schwantes@hotmail.com](mailto:daniel_schwantes@hotmail.com)

<sup>6</sup>Doutoranda em Agronomia, UNIOESTE, Centro de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon/PR, Brasil. E-mail: [alicemoraes@hotmail.com](mailto:alicemoraes@hotmail.com)

### RESUMO

A maioria das tecnologias desenvolvidas para produção agrícola nos últimos anos não tem levado em consideração o desenvolvimento sustentável, buscando quase exclusivamente o aumento de produção e da produtividade. Compostos de dejetos suíno são comumente utilizados em fertilização de solos. A utilização deste resíduo tem apresentado grande aceitação pelos agricultores, principalmente em lavouras e pastagens. Porém, a sua utilização inadequada pode resultar em toxidez para a planta. O hissopo (*Hyssopus officinalis*) é uma planta com propriedades medicinais e ampla utilização pela indústria farmacêutica. O objetivo deste trabalho foi determinar o teor de nutrientes e de metais pesados em plantas de hissopo submetidas a diferentes tratamentos com fertilização orgânica e mineral em solo de textura arenosa. Os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial (2x3), dispostos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com dois tipos (orgânico e mineral) e três doses de fertilizantes (sem adubação, dose recomendada e dobro da dose recomendada), totalizando seis tratamentos com quatro repetições. Os resultados demonstraram que a adubação orgânica disponibilizou maiores teores dos elementos P, Ca e Zn, enquanto o cultivo com adubação mineral favoreceu o acúmulo de K, Fe e Mn.

**Palavras-chave:** composto orgânico, nutrientes, contaminantes inorgânicos, planta medicinal.

### ABSTRACT

#### Availability of nutrients and potentially toxic elements in hyssop plants grown in sandy soil with mineral and organic fertilization

Most of the technologies developed for agricultural production in the last years have not taken into consideration the sustainable development, seeking almost exclusively the increase of production and productivity. Composted swine manure is generally used in soil fertilization. The use

of this waste is greatly accepted by the farmers, mainly in crops and pasture. However, its inappropriate use can result in toxicity for the plants. Hyssop (*Hyssopus officinalis*) is a plant with medicinal properties which is widely used in the pharmaceutical industry. This study aimed to determine the level of nutrients and heavy metals in hyssop plants submitted to different treatments with organic and mineral fertilization in sandy soil. The treatments were arranged in a factorial combination (2x3) in a completely randomized design, with two kinds of fertilization (organic and mineral) and three rates of fertilizer (no fertilizer, recommended rate, and twice the recommended rate), totaling six treatments with four replications. The results showed that the organic fertilization provided higher levels of the elements P, Ca and Zn, while the mineral fertilization promoted the accumulation of K, Fe and Mn.

**Keywords:** organic compound, nutrients, inorganic contaminants, medicinal plant.

## INTRODUÇÃO

A utilização de plantas medicinais na prevenção e no tratamento de doenças ocorre desde a antiguidade até aos tempos modernos. Seu cultivo assume importância mundial devido à demanda exercida pelas indústrias químicas, farmacêuticas, alimentícias e de cosméticos (SOUZA et al., 2007). Este fato justifica o forte investimento em pesquisas e a busca por novas ferramentas de investigação, determinação e síntese de produtos naturais.

O hissope, ou alfazema de caboclo (*Hyssopus officinalis*) é um arbusto originário da Europa cujas folhas, flores e caules são utilizados como matéria prima farmacêutica. A erva de hissope apresenta propriedades antifúngicas e anti-bacterianas (OMIDBAIGI, 2000), inseticidas (PAVELA, 2004), antiplaquetários (TOGNOLINI et al., 2006) e atividade inibitória da enzima  $\alpha$ -glicosidase (MATSUURA et al., 2004). Estudos recentes mostram ainda ação antimicrobiana devido principalmente a um de seus componentes químicos, o linalol, antitussígeno e expectorante, além de efeitos antiespasmódicos (KHAZAIE et al., 2008).

A síntese de princípios ativos nas plantas medicinais é derivada do metabolismo secundário e pode ser regulada tanto por fatores genéticos quanto ambientais. Entre os fatores de estresse que interferem na composição química da planta destaca-se a nutrição, pois a deficiência ou o excesso de nutrientes pode interferir na produção de biomassa e na quantidade de princípio ativos (COSTA et al., 2008).

As tecnologias desenvolvidas para a produção agrícola nos últimos anos têm se deparado com uma pressão constante entre o aumento de produção e desenvolvimento sustentável. Os solos podem apresentar deficiências nutricionais, podendo prejudicar o desenvolvimento das plantas, o que acarreta na necessidade de um manejo adequado do sistema solo-planta, que inclui a aplicação de fertilizantes minerais, orgânicos, adubação verde e outros sistemas de manejo (ZEITOUNI, 2005; GONÇALVES JR. et al., 2000).

Dentre os adubos orgânicos comumente usados, destaca-se o composto orgânico de dejetos suíno. A suinocultura, atividade de reconhecida importância econômica e social para o Brasil, especialmente na região Sul, é responsável pela produção diária de elevadas quantidades de dejetos. A utilização deste resíduo tem apresentado grande aceitação pelos agricultores, principalmente em lavouras e pastagens. A adequada utilização destes dejetos pode resultar na redução de gastos com fertilizantes minerais, sendo este composto um resíduo de um sistema que poderá constituir o insumo para outro sistema produtivo (KONZEN, 1997).

Por outro lado, a utilização inadequada destes dejetos pode resultar em toxidez para as plantas, uma vez que, devido à suplementação mineral oferecida aos animais, poderá haver a presença de elementos como o zinco (Zn), manganês (Mn), cobre (Cu) e ferro (Fe) que, em concentrações elevadas, podem tornar-se tóxicos às plantas. Outro efeito negativo decorrente da

aplicação de dejetos suínos é a incorporação de metais pesados, como cádmio (Cd), chumbo (Pb) e cromo (Cr), que podem acabar reduzindo a biomassa microbiana do solo, fixação de nitrogênio e a atividade enzimática (MARQUES et al., 2000).

Por definição, metais pesados são elementos químicos que possuem densidade superior a 5 g cm<sup>-3</sup> e número atômico maior do que 20 (GONÇALVES JR. et al., 2009), geralmente tóxicos aos organismos vivos, sendo, portanto, considerados poluentes.

Metais como Cu, Zn, níquel (Ni) e Cr são considerados como essenciais e/ou benéficos, enquanto Pb e Cd 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 (GONÇALVES JR. & PESSOA, 2002).

Diante do exposto, o presente estudo objetivou determinar a disponibilidade dos nutrientes P, K, Ca, Mg, Cr, Zn, Fe e Mn, assim como o teor dos metais pesados Cd, Pb e Cr presentes em plantas de hissopo (*Hyssopus officinalis*) cultivadas com adubação orgânica, proveniente da suinocultura, ou com adubação mineral em solos de textura arenosa.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização do local do experimento

O experimento foi conduzido em cultivo protegido na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), no município de Marechal Cândido Rondon, PR.

### Caracterização dos solos utilizados no experimento

O solo utilizado no experimento foi classificado como Argissolo Vermelho distrófico (PVd) (EMBRAPA, 2006), de textura arenosa, e coletado no município de Palotina – PR na camada agricultável (primeiros 20 cm de profundidade). Foi realizada a análise granulométrica do solo (método pipeta), conforme a metodologia descrita pela Embrapa (1997), na qual o solo apresentou valores de 889,22, 50,78 e 60,00 g kg<sup>-1</sup> de areia, silte e argila, respectivamente.

Realizou-se ainda a análise química do solo (Tabela 1) seguindo a metodologia proposta por Pavan et al. (1992).

**TABELA 1.** Propriedades químicas do solo utilizado no experimento.

Solo	P	MO	pH CaCl <sub>2</sub>	H+Al	Al <sup>3+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SB	CTC	V
	mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>		----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----							%
PVd	2,19	6,84	4,46	2,81	0,15	0,04	0,60	0,16	0,80	3,61	22,16
	Cu	Zn	Fe	Mn	Cd	Pb	Cr				
	-----mg kg <sup>-1</sup> -----										
	2,80	72,00	8,61	0,60	1,00	20,00	ND*				

ND - Não detectado pelo método analítico utilizado.

### Adubação mineral

A recomendação da adubação mineral foi baseada na análise química do solo (Tabela 1). Os valores das doses utilizadas para adubação mineral (dose recomendada e o dobro da dose recomendada) foram de 30 kg ha<sup>-1</sup> e 60 kg ha<sup>-1</sup> para o nitrogênio (N), 120 kg ha<sup>-1</sup> e 240 kg ha<sup>-1</sup> para o P e 80 kg ha<sup>-1</sup> e 160 kg ha<sup>-1</sup> para o K (RAIJ et al., 1997). As fontes de N, K e P utilizadas foram sulfato de amônio [(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>], cloreto de potássio (KCl) e fosfato de monoamônio P.A. (MAP) respectivamente.

## Adubação orgânica

Para a adubação orgânica foi utilizado o Boletim Técnico 100 do Instituto Agrônomo de Campinas – IAC (RAIJ et al., 1997), que recomenda, para plantas medicinais, de 20 a 50 Mg ha<sup>-1</sup> de composto orgânico. Desta forma, baseando-se no resultado da análise química de solo (Tabela 1), a dose recomendada para o solo arenoso foi de 40 Mg ha<sup>-1</sup> ou o dobro (80 Mg ha<sup>-1</sup>) de composto orgânico.

O composto orgânico utilizado no experimento foi preparado com dejetos suínos retirado de um tanque de decantação e seco ao sol e com massa seca proveniente do corte de grama de acordo com metodologia descrita por CENTEC (2004). O composto orgânico foi caracterizado quimicamente por meio de digestão nitroperclórica (AOAC, 2005) e a determinação dos elementos por espectrometria de absorção atômica, modalidade chama (EAA/chama) (WELZ & SPERLING, 1999). Os resultados são apresentados na Tabela 2.

**TABELA 2.** Análise química do composto orgânico.

N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	Cd	Pb	Cr
----- g kg <sup>-1</sup> -----					----- mg kg <sup>-1</sup> -----						
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

Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial (2x3) dispostos em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com duas fontes de adubação (mineral e orgânica) e três níveis (sem adubação, dose recomendada e o dobro da dose recomendada) totalizando seis tratamentos com quatro repetições dispostos em 24 vasos plásticos com capacidade para 5 kg de solo.

Realizou-se a calagem 30 dias antes do plantio para elevação da saturação de bases a 50%, utilizando-se calcário calcítico como corretivo (GATIBONI et al., 2003).

Aos 15 dias do mês de março de 2010 realizou-se a semeadura das sementes de hissopo. Foram semeadas cerca de aproximadamente 10 sementes de hissopo por vaso. No sétimo dia após a semeadura, foi realizado um desbaste deixando quatro plantas por vaso. A retirada de plantas daninhas foi realizada diariamente e não houve necessidade de controlar pragas ou doenças. Os vasos foram regados diariamente visando manter o teor de umidade próximo da capacidade de campo do solo.

## Finalização do experimento

Aos 60 dias de cultivo todas as plantas foram cortadas rente ao solo, lavadas com solução de detergente e água e em seguida com água destilada e deionizada. As plantas foram secas em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 65 °C até massa constante (LACERDA et al., 2009).

Após a secagem, o material vegetal foi moído em moinho tipo Willey com peneira de 2 mm, para posterior digestão nitroperclórica para determinar os teores de K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Mn, Cd, Pb e Cr (AOAC, 2005) seguida de determinação EAA/chama, marca GBC 932AA (WELZ & SPERLING, 1999). Como limite de detecção dos elementos analisados, foi utilizado o manual do fabricante (GBC, 1998). Para o elemento P a determinação foi realizada por meio de espectrofotometria de ultravioleta visível (UV-Vis). Na determinação de N total utilizou-se digestão sulfúrica (AOAC, 2005), seguida de destilação em microdestilador Kjeldhal.

Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de média Tukey utilizando-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2003), considerando 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram que as fontes de adubação influenciaram de forma positiva ( $P < 0,05$ ) a absorção de P, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn, Cd e Cr pelas raízes da planta (Tabela 3 e Tabela 4).

**TABELA 3.** Quadrados médios para os teores de N, P, K, Ca e Mg nas plantas de hissopo.

Fonte de variação	GL	N	P	K	Ca	Mg
		QM				
Adubação	1	18,37 <sup>NS</sup>	1,45*	316,10 <sup>NS</sup>	1276,04*	25,21*
Dose	2	6,03 <sup>NS</sup>	5,52*	335,97*	513,60*	121,57*
Adubação x Dose	2	37,00 <sup>NS</sup>	0,46*	262,14*	57,41*	26,50*
Resíduo	18	19,45	0,12	13,07	36,55	9,35
CV(%)		13,09	14,77	13,77	14,52	29,93

\*, significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F; <sup>NS</sup> - não significativo pelo teste de F.

**TABELA 4.** Quadrados médios para os teores de Cu, Zn, Fe, Mn, Cd, Pb e Cr nas plantas de hissopo.

Fonte de variação	GL	Cu	Zn	Fe	Mn	Cd	Pb	Cr
		QM						
Adubação	1	1,04 <sup>NS</sup>	126,04*	1977430,04*	1407472,66*	0,0(ND)	8,16 <sup>NS</sup>	0,0(ND)
Dose	2	32,79*	315,87*	712105,04*	94017,04*	0,0(ND)	392,54*	0,0(ND)
Adub*Dose	2	19,29*	81,54*	107605,54*	312329,29*	0,0(ND)	16,79*	0,0(ND)
Resíduo		5,04	21,20	68989,31	4866,47	0,0(ND)	7,58	0,0(ND)
CV(%)		5,05	16,52	15,77	15,98	-	16,04	-

\*, significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F; <sup>NS</sup> - não significativo pelo teste de F; ND - Não detectado pelo método analítico utilizado.

Com relação às doses de adubação, assim como para a interação entre doses e adubação, obteve-se diferença significativa para todos os elementos, com exceção do N.

A Tabela 5 apresenta as concentrações dos elementos P, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Mn e Pb, as quais apresentaram diferença estatística na interação entre os dois tipos de adubação (mineral e orgânica) e três doses de adubação (sem adubação, adubação recomendada, e o dobro da dose recomendada).

Os teores de P apresentaram-se significativamente maiores quando estas foram cultivadas com a adubação orgânica. Elevadas concentrações do elemento P são encontradas em fertilizantes oriundos de dejetos suínos. Sendo um mineral essencial para o desenvolvimento da planta, geralmente este elemento apresenta uma maior absorção (GIACOMINI, 2005).

Em trabalho sobre acúmulo de K e P em sistema de plantio direto adubado com dejetos suínos, Dortzbach (2009) verificou o aumento dos teores desses dois elementos em cultivo orgânico. Porém, neste experimento, o K apresentou concentrações maiores em plantas adubadas com fertilizante mineral.

De acordo com Khatounian (2001), o K é um elemento ativo em forma livre, sendo prontamente liberado para o solo, quando restos vegetais são a ele incorporados. Para o K, pode ter ocorrido um comportamento de antagonismo por Mn (SOARES et al., 2001), também pode-se considerar que concentrações altas de Ca no solo inibem a absorção de K pela planta (MALAVOLTA, 2006).

**TABELA 5.** Médias das concentrações de P, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn e Pb na interação entre adubação e dose.

Mineral	Adubo	Dose			DMS
		D <sub>0</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	
P (g kg <sup>-1</sup> )	Orgânico	1,42aB	3,00aA	3,39aA	0,63
	Químico	1,47aB	2,12bA	2,75bA	
	DMS		0,51		
K (g kg <sup>-1</sup> )	Orgânico	32,70aA	15,72bB	19,50aB	6,52
	Químico	33,10aA	36,20aA	20,40aB	
	DMS		5,37		
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	Orgânico	32,70aA	15,72bB	19,50aB	10,91
	Químico	33,10aA	36,20aA	20,40aB	
	DMS		8,98		
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	Orgânico	55,00aA	44,67aA	47,12aA	5,52
	Químico	46,60aA	27,17bB	29,27bB	
	DMS		4,54		
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	Orgânico	13,65aA	10,22aA	9,85aA	4,05
	Químico	15,65aA	7,12aB	4,80bB	
	DMS		3,33		
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Orgânico	1701,75aA	924,75bB	1508,25bA	474,24
	Químico	2035,00aA	1720,75aA	2101,25aA	
	DMS		390,19		
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	Orgânico	296,50aA	131,75bB	154,50bB	125,95
	Químico	326,50aB	880,00aA	829,25aA	
	DMS		103,63		
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	Orgânico	10,50aA	7,75aA	11,50aA	8,31
	Químico	12,50aA	6,50aB	10,00aB	
	DMS		6,84		
Pb (mg kg <sup>-1</sup> )	Orgânico	23,50aB	26,50aB	40,50aA	4,97
	Químico	25,50aA	21,50aA	29,75bA	
	DMS		4,09		

D<sub>0</sub>: Sem fertilizante; D<sub>1</sub>: dose recomendada; D<sub>2</sub>: dobro da dose recomendada. Para cada elemento, médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade; DMS: Diferença mínima significativa.

Além disso, as plantas de hissopo quando cultivadas na D<sub>0</sub> produziram biomassa menor, causando maior acúmulo de K no tecido vegetal, o que justifica o maior acúmulo de K neste tratamento quando comparado a D<sub>1</sub> e a D<sub>2</sub> (Tabela 6).

Os teores de Ca e Mg podem estar relacionados com a competição destes nutrientes no processo de absorção pelas raízes da planta, sendo que a disponibilidade destes na solução do solo é reduzida ou inibida por altas concentrações de K<sup>+</sup> e NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (MALAVOLTA et al., 2006). De acordo com este mesmo autor, a fertilização nitrogenada interfere de forma negativa no teor de Ca e Mg, fato que pode ter ocorrido neste experimento.

As maiores concentrações do elemento Ca foram apresentadas nas plantas de hissopo cultivadas com adubação mineral e com dose recomendada de adubo. De acordo com Schelle (2000) a matéria orgânica tem um papel fundamental no suprimento deste elemento, uma vez que ela disponibiliza este nutriente através da mobilização ativa, o que ocorre por secreções de

microrganismos que disponibilizam os nutrientes contidos em rochas neste caso, sedimentares cristalinas.

**TABELA 6.** Valores para massa seca (MS) de plantas de hissopo em função da interação entre adubação e dose.

Parâmetro	Fertilizante	Dose			DMS
		D <sub>0</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	
MS	Orgânico	1,07aB	2,77aA	2,85aA	1,28
	Químico	1,50aA	2,17aA	1,47bA	
	DMS		1,05		

Para cada parâmetro, médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade. DMS: Diferença mínima significativa; D<sub>0</sub>: Dose zero (sem fertilizante); D<sub>1</sub>: Dose recomendada; D<sub>2</sub>: Dobro da dose recomendada.

Prado & Natale (2004), em trabalho analisando o sistema radicular de goiabeiras, afirmam que a calagem aumenta a disponibilidade e absorção de Ca pela planta. O Mn encontra-se na solução do solo como Mn<sup>2+</sup>, Mn<sup>3+</sup> e Mn<sup>4+</sup>, sendo absorvido pelas plantas na forma divalente e a disponibilidade deste elemento diminui com a elevação de pH, realizado por meio da calagem, no qual permanece complexado (MOTTA et al., 2007). Desta forma, justifica-se o efeito antagônico entre Ca e Mn encontrados no tecido foliar das plantas de hissopo, haja vista que no experimento, realizou-se calagem em solo arenoso, conforme os resultados apresentados na Tabela 1.

As concentrações de Zn foram superiores em plantas de hissopo cultivadas com adubo orgânico. Giroto et al. (2007) explicam que dejetos possuem alta concentração de Zn, em consequência de suplementos minerais fornecidos via ração para estes animais.

Os teores do elemento Cu nas plantas de hissopo tendem a diminuir quando são cultivadas utilizando adubação orgânica. Isto pode ser atribuído à forte complexação que esse elemento sofre pela matéria orgânica (KABATA-PENDIAS & PENDIAS, 2001) e pelo antagonismo que ocorre entre o Cu e o Zn na solução do solo (FAQUIN, 2001).

Os maiores teores dos elementos Fe e Mn em plantas de hissopo ocorreram em cultivo com fertilizante mineral (Tabela 6). Este fato pode ser atribuído à alta susceptibilidade destes elementos ao processo de oxirredução, indisponibilizando-os para as plantas (MOTTA et al., 2007).

Dentro da fonte de variação dose, os elementos Cu e Fe apresentaram resultados que não seguem os padrões normalmente encontrados em literaturas e pesquisas. O comportamento destes minerais pode ter sofrido influência de fatores como o grau de curtimento e sua influência sobre as propriedades químicas do solo, bem como, o padrão de decomposição. Estes fatores podem orientar a disponibilidade dos metais para a mobilização ou imobilização (NARWAL & SINGH, 1998; ALMAS et al., 1999).

O metal pesado tóxico Pb, obteve valores mais elevados na sua concentração em plantas de hissopo cultivadas com o uso de adubação orgânica em dose dobrada. A elevação dos teores de Pb pode ter influência não só do aumento do pH, mas também do aumento da concentração do Zn, já que esse elemento sofre efeito antagônico na translocação do Pb para parte aérea (KABATA-PENDIAS, 2001).

As características físico-químicas dos solos, conhecidas por regular o destino dos metais: pH, CTC, matéria orgânica, óxidos e concentração dos minerais, influenciam largamente os processos na região rizosférica (KABATA-PENDIAS & PENDIAS, 2001; FAQUIN, 2001). Liphadzi & Kirkham (2003) reforçam que a matéria orgânica elevada e a elevada CTC são alguns dos fatores mais importantes do solo que determinam a biodisponibilidade dos metais para as plantas.

## CONCLUSÃO

No presente estudo verificou-se que a adubação orgânica favorece a disponibilização de nutrientes como P, Ca e Zn, elementos cuja presença é indispensável para produção de biomassa. Quanto à adubação mineral os elementos que apresentaram maiores teores foram K, Fe e Mn.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMAS, A.; SINGH, B.R.; SALBU, B. Mobility of Cadmium-109 and Zinc-65 in soil influenced by equilibration time, temperature and organic matter. **Journal of Environmental Quality**, v.28, n.6, p.1742-1750. 1999.

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

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

COSTA, L.C.B.; PINTO, J.E.B.P.; CASTRO, E.M.; BERTOLUCCI, S.K.V.; CORRÊA, R.M.; REIS, E.S.; ALVES, P.B.; NICULAU, E.S. Tipos e doses de adubação orgânica no crescimento, no rendimento e na composição química do óleo essencial de elixir paregórico. **Ciência Rural**, 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**, v.4, n.2, p.2847-2850, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE. 182 p. 2001.

FERREIRA, D.F. **Programa de análises estatísticas (Statistical Analysis Software) e planejamento de experimentos**. Universidade Federal de Lavras, 2003.

GATIBONI, L.C.; SAGGIN, A.; BRUNETTO, G., HORN, D. FLORES, J.P.C.; RHEINHEIMER, D.S.; KAMINSKI, J. Alterações nos atributos químicos de solo arenoso pela calagem superficial no sistema plantio direto consolidado. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.33, n.2, p.283-290, 2003.

GBC Scientific Equipament. **Flame methods manual for atomic absorption by GBC Scientific Equipament**. Victoria, 1998.

GIACOMINI, S.J. **Avaliação e modelização da dinâmica de carbono e nitrogênio em solo com o uso de dejetos de suínos**. 2005. 247f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

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

dejeito líquido de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, Gramado, 2007. **Anais...** Gramado, 2007. CD-ROM.

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

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

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

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. 3 ed. Boca Raton: CRC Press, 2001. 413p.

KHATOUNIAN, C.A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu: Agroecológica, 2001. 348 p.

KHAZAIE, H.R.; NADJAFI, F.; BANNAYAN, M. Effect of irrigation frequency and planting density on herbage biomass and oil production of thyme (*Thymus vulgaris*) and hyssop (*Hyssopus officinalis*). **Industrial Crops and Products**, v.27, p.315-321, 2008.

KONZEN, E.A.; BARROS, L.C. de. Lagoas de estabilização natural para armazenamento de dejetos líquidos de suínos. Sete Lagoas: **EMBRAPA-CNPMS**, 1997. 14p. (EMBRAPA-CNPMS. Documentos, 9).

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

LIPHADZI, M.S.; KIRKHAM, M.B.; MANKIN, K.R.; PAULSEN, G.M. EDTA assisted heavy metals uptake by poplar and sunflower grown at a long-term sewage-sludge farm. **Plant and Soil**, v.257, n.7, p.171-182, 2003.

MALAVOLTA, E. **Manual de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 500 p.

MARQUES, T.C.L.L. de S. e M.; MOREIRA, F.M. de S.; SIQUEIRA, J.O. Crescimento e teor de metais de mudas de espécies arbóreas cultivadas em solo contaminado com metais pesados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.121-132, 2000.

MATSUURA, H.; MIYAZAKI, H.; ASAKAWA, C.; AMANO, M.; YOSHIHARA, T.; MIZUTANI, J. Isolation of  $\alpha$ -glucosidase inhibitors from hyssop (*Hyssopus officinalis*). **Phytochemistry**, v.65, n.1, p.91-97, 2004.

MOTTA, J.H.; VIEIRA, M.C.; MELO, E.P.; ZÁRATE, N.A.H. Produção de alface em cultivo solteiro e consorciado com marcela. **CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, Horticultura Brasileira**, Porto Seguro: UESB/ABH, 2007.

NARWAL, R.P.; SINGH, B.R. Effect of organic materials on partitioning extractability and plant uptake of metals in an alum shale soil. **Water, Air & Soil Pollution**, v.103, n.1-4, p.405-421, 1998.

OMIDBAIGI, R. **Production and processing of medicinal plants**. v.3, Tehran: Astan Quds Publication, 2000, 397p. 2000.

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

PAVELA, R. Insecticidal activity of certain medicinal plants. **Fitoterapia**, v.75, n.7-8, p.745-9, 2004.

PRADO, R.M.; NATALE, W. Efeitos da aplicação da escória de siderurgia ferrocromo no solo, no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.140-144, 2004.

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. Campinas: IAC. p.93-95 (Boletim Técnico, 100), 1997.

SCHELLE, E. **Fundamentos científicos da nutrição vegetal na agricultura ecológica**. Botucatu (SP): ABD. 78 p. 2000.

SOARES, C.L.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**, v.13, n.3, p.302-315, 2001.

SOUZA, M.A.A; ARAÚJO, O.; FERREIRA, M.A.; STARK, E.M.; FERNANDES, M.S.; SOUZA, S.R. Produção de biomassa e óleo essencial de hortelã em hidroponia em função de nitrogênio e fósforo. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.1, 2007.

TOGNOLINI, M.; BAROCELLI, E.; BALLABENI, V.; BRUNI, R.; BIANCHI, A.; CHIAVARINI, M.; IMPICCIATORE, M. Comparative screening of plant essential oils phenylpropanoid moiety as basic core for antiplatelet activity. **Life Sciences**, v.78, p.1419-1432, 2006.

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

ZEITOUNI, R.F. **Análise Crítica da Norma CETESB P 4.230 – “Aplicação de Lodos de Sistemas de Tratamento Biológico em Áreas Agrícolas – Critérios Para Projeto e Operação”**. Dissertação (Mestrado em Gestão dos Recursos Agroambientais) – Instituto Agrônomo de Campinas. 2005.