

Sistemas de preparo de solo e acúmulo de metais pesados no solo e na cultura do pimentão (*Capsicum Annum L.*)¹

Systems preparation of soil and accumulation of heavy metals in the soil and in the culture of pepper (*Capsicum annum L.*)

José Ezequiel Villarreal Núñez¹ Nelson Moura Brasil do Amaral Sobrinho² Nelson Mazur³

RESUMO

Este trabalho teve por objetivos determinar a influência de diferentes métodos de preparo do solo sobre as perdas por erosão de metais pesados e na contaminação do solo e de frutos de pimentão (*Capsicum annum L.*) com esses elementos. A avaliação foi realizada durante os meses de dezembro de 1999 a março de 2000, no ciclo de cultivo do Pimentão (*Capsicum annum L.*). Foram utilizadas parcelas do tipo Wischmeier, de tamanho de 22,0 x 4,0m. Os tratamentos utilizados foram os seguintes: (i) aração com trator morro abaixo e queima dos resíduos vegetais (MAQ); (ii) aração com trator morro abaixo e não queima dos resíduos vegetais (MANQ); (iii) aração com tração animal em nível, faixas de capim colônias a cada 7,0m (AA) e (iv) cultivo mínimo, com preparo de covas em nível (CM). As perdas mais elevadas de metais pesados por erosão foram verificadas no tratamento MAQ, típico da região. A concentração de Pb no fruto in natura, nos quatro sistemas de preparo do solo, e de Cd no CM estiveram acima dos limites permitidos para alimentos in natura, estando impróprios para o consumo humano. Os resultados obtidos neste trabalho permitem concluir que o uso intensivo de agroquímicos associados às elevadas perdas de solo por erosão pode determinar sérios riscos de contaminação do solo, água e alimentos produzidos.

Palavras-chave: contaminação do solo, Zn, Cd, Pb, erosão.

ABSTRACT

The objectives of this study were to determine the influence of different soil tillage methods on the loss of heavy metals by erosion, and to evaluate the level of contamination of soil and food in Paty do Alferes County, State of Rio de Janeiro, Brazil. The experiment was conducted from December of 1999 to March of 2000, and pepper (*Capsicum annum L.*) was the cultivated crop. Four Wischmeier plots were installed, with an area of 22 x 4m. The treatments utilized were the following: (i) tillage with machinery and operation down hill and burning of the grassland (MAQ); (ii) tillage with machinery and

operation down and without burning of grassland between lines of crop (MANQ); (iii) tillage with animal traction and following the natural contour of the hill, strip cropping grass each 7m (AA); and minimum tillage, (CM). The highest losses of heavy metals by erosion were in the MAQ treatment. The minimum tillage showed greater accumulation of heavy metals than others soil tillage methods, due to lower erosion losses in this trial. The concentration of Pb in fruits in natura, in the four soil tillage methods, was above the levels allowed to food consumption. The results obtained in this work allow to conclude that the intensive use of agrochemistry associated the high soil losses by erosion can determine serious risks of contamination of soil, water and foods.

Key words: contamination of soils, Zn, Cd, Pb, erosion.

INTRODUÇÃO

Com a necessidade de obtenção de elevadas produtividades e a conseqüente intensificação das práticas agrícolas, a exploração indiscriminada do solo aumentou nos últimos anos. Práticas, como sistemas inadequados de preparo do solo e uso excessivo de agroquímicos, são fatores que aceleram a degradação do solo, diminuindo o seu potencial agrícola. Como os fertilizantes não são suficientemente purificados durante o processo de manufatura, por razões econômicas, eles geralmente contêm diversas impurezas, entre elas, os metais pesados (AMARAL SOBRINHO et al., 1992, 1997; RAMALHO et al., 1999). Esses metais também, freqüentemente, fazem parte dos componentes ativos dos pesticidas (NÚÑEZ et al., 1999; SANTOS et al., 2002), e, portanto, segundo vários autores, a adição desses elementos nos solos agrícolas

¹Pesquisador do Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). Apartado 58, Santiago, Provincia de Veraguas. Panamá

²Departamento de Solos, Universidade federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). CEP 23890-000 Seropédica (RJ). E-mail: nelmoura@ufrj.br. Autor para correspondência

³Departamento de Solos, UFRRJ. CEP 23890-000 Seropédica (RJ). E-mail: nelmazur@ufrj.br

é causada pelo uso repetido e excessivo de fertilizantes, pesticidas metálicos e resíduos orgânicos (GIMENO-GARCIA et al., 1996, RAMALHO et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2003).

Diversos estudos têm demonstrado diferenças nos atributos físicos e químicos do solo quando se comparam sistemas reduzidos e convencionais (DE MARIA & CASTRO, 1993). Do ponto de vista químico, em geral, os solos cultivados sob o sistema de plantio direto apresentam maior concentração de nutrientes e matéria orgânica na camada superficial do solo (CENTURION et al., 1985; NÚÑEZ et al., 2003). Esse acúmulo ocorre em virtude da contínua aplicação de fertilizantes a uma pequena profundidade e à deposição dos resíduos das culturas sobre a superfície, aumentando, assim, a fertilidade dos solos, levando à redução nos custos com fertilizantes e defensivos agrícolas.

O município de Paty do Alferes, localizado na região serrana do Estado do Rio de Janeiro, tem exclusivamente a agricultura como atividade econômica. Cerca de 40% do total dessa atividade é de tomate cultivado no estado do Rio de Janeiro e um grande percentual de outras olerícolas, tais como, repolho, pimentão, vagem, pepino, etc. Na última década, apesar dos altos investimentos, a produção agrícola vem decrescendo devido a problemas como: desmatamento ocorrido no decorrer dos anos; utilização de práticas não adequadas às condições edafo-climáticas; realização de 90% das atividades agrícolas em encostas com declividade média de 45%, e com preparo do solo feito morro abaixo, sem utilização de práticas conservacionistas (GRAVENA et al., 1998). Avaliando a influência da topografia e do uso agrícola sobre o acúmulo de metais pesados na microbacia de Caetés, município de Paty do Alferes, RAMALHO et al. (2000) verificaram nas áreas que vêm sendo exploradas com olericultura, há cerca de 15 anos, que a declividade teve um efeito marcante na acumulação desses metais. Diante do diagnóstico desses problemas, este trabalho teve os seguintes objetivos: avaliar a influência do tipo de preparo do solo na quantidade de metais pesados perdidos por erosão e na contaminação do solo e de frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.) com esses elementos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em parcelas do tipo Wischmeier, instaladas numa área da microbacia de Caetés, em 1998, sobre solo Argissolo Vermelho Amarelo latossólico, textura argila arenosa/argilosa, com declividade em torno de 30%, no município de Paty do Alferes-RJ, para avaliar, em sucessivos cultivos e em diferentes sistemas de preparo do solo, perdas de

solo causadas pelas chuvas. Os tratamentos utilizados foram MAQ: aração com trator morro abaixo e queima dos restos vegetais (preparo típico da região); MANQ: aração com trator morro abaixo e sem queima dos restos vegetais; AA: aração com tração animal em nível, faixas de capim colônio a cada 7m e CM: cultivo mínimo com preparação de covas em nível. As culturas utilizadas, as perdas totais de solo e a precipitação total, por ciclo de cultura e tratamento, encontram-se na tabela 1. Os insumos agrícolas utilizados, com suas respectivas quantidades aplicadas, desde o início do experimento, e a concentração de metais pesados estão apresentados na tabela 2. Na tabela 3, verificam-se as quantidades dos metais Zn, Cd, Pb, Mn e Ni adicionados nos quatro ciclos de cultivo, desde o início do experimento, calculados com base nas concentrações dos metais pesados nos insumos utilizados e nas quantidades aplicadas em cada ciclo (Tabela 2). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, totalizando 16 unidades experimentais. Neste trabalho, os tratamentos foram designados utilizando-se as siglas correspondentes para identificar cada um deles. As adubações e os controles fitossanitários realizados foram os mesmos em todos os tratamentos e, para este estudo, foram monitoradas apenas as perdas de metais pesados ocorridas durante o ciclo do pimentão (*Capsicum annuum* L.). Coletaram-se em todos os tratamentos amostras de sedimentos erodidos, plantas, agroquímicos utilizados no experimento e solo. Foram coletadas antes do plantio e depois da colheita 20 amostras simples para formar uma amostra composta de terra da camada arável (0–20cm). Os sedimentos de solo perdidos por erosão foram armazenados em dois tanques coletores conectados em série e instalados no final de cada parcela. Após cada chuva, os sedimentos armazenados foram homogeneizados e o volume anotado. Uma alíquota de volume conhecido foi coletada, secada em estufa com circulação de ar forçada a 105°C até peso constante, e o material de solo pesado e a quantidade perdida por erosão foi calculada. Ao final do ciclo do pimentão as amostras de cada parcela, coletadas após cada chuva, foram misturadas em quantidades proporcionais às perdas totais calculadas no período, obtendo-se uma amostra de solo perdido por erosão no período de cultivo. Após a secagem, as amostras de solo coletadas nas parcelas e as perdas por erosão foram destorroadas, homogeneizadas e passadas através de uma peneira com malha plástica de 2mm, sendo em seguida trituradas em almofariz de ágata e guardadas em sacos plásticos para análise.

Na época da colheita, retiraram-se amostras de fruto das plantas (48 frutos por parcela),

Tabela 1 - Histórico das culturas utilizadas, período de cultivo, perdas de solo e precipitação total, por ciclo de cultura e tratamento

Cultura	Período de cultivo	Precipitação	Intensidade. máxima.	Preparo do solo	Perda de solo
		mm	mm h ⁻¹		t ha ⁻¹
Tomate	out.1998	720,2	25	MAQ	5,54 a
	jan. 1999			MANQ	1,93 b
				AA	0,18 c
				CM	0,11 c
Pepino	jan. 1999	443,7	30	MAQ	6,07 a
	abr. 1999			MANQ	1,10 b
				AA	0,58 c
				CM	0,08 c
Repolho	ago.1999	299,5	3,96	MAQ	1,32 a
	nov. 1999			MANQ	0,35 b
				AA	0,44 b
				CM	0,22 b
Pimentão	dez.1999	256,1	64,40	MAQ	64,00 a
	mar 2000			MANQ	44,70 a
				AA	15,01 b
				CM	8,38 c
Todos os cultivos	out.1998	1.719,5	64,40	MAQ	76,94 a
	mar 2000			MANQ	48,08 a
				AA	16,22 b
				CM	8,78 c

MAQ: aração com trator morro abaixo e queima dos restos vegetais; MANQ: aração com trator morro abaixo e sem queima dos restos vegetais; AA: aração com tração animal em nível, faixas de capim colônio a cada 7 m e CM: cultivo mínimo com preparação de covas em nível.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro

Tabela 2 - Quantidade total aplicada, por cultura, de fertilizantes, herbicidas e fungicidas utilizados no experimento (1998-2000) e respectivas concentração de metais pesados

Produtos	Tomate	Pepino	Repolho	Pimentão	Pb	Cd	Ni	Mn	Zn
KCl+(NH ₄) ₂ SO ₄ (1:1)	401	600	468	140	11,0	77,0	8,2	472,0	130,2
Termof. Yoorin	700	700	445	800	67,2	4,6	3365,1	2504,8	335,6
Captan	3				116,7	7,2	222,9	315,3	196,4
Mancozeb	29				110,5	7,7	186,8	223,8	4,4
Cama de ave (frango)	7500	2500	3000		128,4	8,2	221,4	234,2	20,3
Torta de mamona	1670			2000	122,4	7,7	217,3	180,6	47,8
Esterco de curral curtido	26200	46000	11000	40000	144,6	7,4	218,0	98,4	47,8
Tamaron BR	5				50,3	75,1	7,1	9,1	111,0
Parathion metil	25				26,1	4,1	15,8	1,3	18,7
Permethrina	2,5				45,9	5,2	8,1	1,9	6,8

Tabela 3 - Estimativa da quantidade adicionada total de metais pesados em cada ciclo de cultura, como resultado da aplicação de fertilizantes, herbicidas e fungicidas utilizados no experimento.

Ciclo	Zn	Cd	kg ha ⁻¹		
			Pb	Mn	Ni
Tomate	1,76	0,30	5,01	6,51	9,99
Pepino	2,56	0,36	7,01	6,88	1,30
Repolho	0,80	0,14	2,01	3,12	4,56
Pimentão	2,29	0,34	5,84	6,37	11,85
Total	7,42	1,15	19,87	2,29	39,45

aleatoriamente, ao longo das unidades experimentais. Os frutos de pimentão foram colhidos, secados em estufa com circulação de ar a 70°C, moídos e digeridos com solução nitro-perclórica, segundo TEDESCO et al. (1995). Foram determinados também os teores de umidade para se calcularem as concentrações de metais pesados nos frutos in natura. Nas amostras de solos e no solo perdido por erosão, determinou-se o conteúdo de metais pesados, através de digestão nitro-perclórica, (TEDESCO et al., 1995). Nos fertilizantes, adubos orgânicos, herbicidas e fungicidas utilizados no experimento, determinaram-se os teores totais dos metais pesados adotando-se o mesmo procedimento. Os metais Pb, Ni, Zn e Mn, por apresentarem as concentrações mais elevadas nos agroquímicos utilizados na microbacia (Tabela 2), e o Cd, pela sua alta toxicidade foram selecionados para avaliação nas amostras de solo e plantas. As concentrações de metais pesados nos extratos de digestão dos solos, plantas, sedimentos erodidos e agroquímicos foram determinadas por espectrofotometria de absorção atômica, empregando-se chama de ar-acetileno e um equipamento VARIAN-AA600, sem correção de "background". As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do Programa Estatístico SAEG 5.0. O procedimento adotado para comparação de médias foi o teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração de Zn, Cd, Pb, Mn e Ni nas amostras de solo coletadas antes do plantio e depois da colheita sob os quatro sistemas de preparo é apresentada na tabela 4. Verifica-se que as concentrações mais elevadas desses elementos, antes do plantio e após a colheita, foram encontradas no tratamento CM. Como a quantidade de metais pesados adicionada através dos agroquímicos utilizados durante os ciclos de tomate, pepino, repolho e pimentão

(Tabela 3) foi a mesma nos quatro sistemas de preparo do solo, os teores mais altos podem ser explicados pelas menores perdas de solo por erosão observadas nesse tratamento (Tabela 1). Quando se compara a concentração de metais pesados antes do plantio com depois da colheita (Tabela 4), observa-se no tratamento MAQ, típico da região, redução significativa nos teores de Cd, Pb, Mn e Ni. Essa redução poderia ter ocorrido em função de perdas por lixiviação e/ou por erosão e também pela remoção pela cultura do pimentão. Como os metais pesados formam complexos muito estáveis (complexos de esfera interna) com grupos funcionais hidroxilas existentes na superfície de óxidos, oxihidróxidos, hidróxidos de Fe e Mn e caulinita e com os grupos carboxílicos dos ácidos húmicos e fúlvicos presentes na matéria orgânica (ARAUJO et al., 2002), geralmente, nos solos intemperizados, apresentam baixa mobilidade, acumulando-se na camada superficial do solo (AMARAL SOBRINHO et al., 1998). Nesse sentido, como resultado da elevada perda de solo por erosão ocorrida no sistema de preparo MAQ, no ciclo do pimentão (Tabela 1), isso poderia levar ao decréscimo de metais pesados acumulados na camada superficial (0-20cm). Esses resultados corroboram com os obtidos por SANTOS et al. (2002 e 2003), com as culturas do tomate e feijão de vagem, respectivamente, e também com os de NÚÑEZ et al. (1999) com a cultura do pepino, ambos os trabalhos realizados em Paty do Alferes-RJ. RAMALHO et al. (2000), em áreas com mais de 15 anos de olericultura na microbacia de Caetés. Os autores observaram, na topossequência de menor declividade, teores mais elevados desses metais, quando comparados com a de maior declividade, justificando esses resultados pela maior erodibilidade das áreas mais declivosas.

Nos sistema de preparo CM, houve acumulação de metais pesados, isto é, os teores foram significativamente mais elevados em todos os elementos analisados, demonstrando, possivelmente, que a quantidade removida do solo pela absorção e, principalmente, e uma menor perda por erosão (Tabela 1) ocasionaram acumulação dos metais (Tabela 4). Observou-se que os teores mais elevados no solo de Zn, Mn e Pb, ocorreram em função da maior quantidade aplicada desses metais através dos agroquímicos (Tabelas 2 e 3). No sistema de preparo CM, não houve alteração significativa entre as concentrações dos metais avaliados no solo antes e depois da colheita, exceto para o Cd, demonstrando uma condição de equilíbrio entre os ganhos e perdas de metais pesados.

As concentrações de Zn, Cd, Pb, Mn e Ni total no material de solo perdido por erosão, coletados em cada sistema de preparo, durante o ciclo do pimentão

Tabela 4 - Concentração total de metais pesados em amostras de solo coletadas antes do plantio e depois da colheita do pimentão nos quatro sistemas de preparo.⁽¹⁾

Preparo	Zn		Cd		Pb		Mn		Ni	
	AP ⁽²⁾	DC ⁽³⁾	AP	DC	AP	DC	AP	DC	AP	DC
	kg ha ⁻¹									
MAQ	32,95bB	39,42bA	3,65bA	1,90bB	32,30bA	25,00cB	38,02bA	29,02bB	6,11bA	4,55bB
MANQ	15,58cB	40,31bA	1,56cB	2,79bA	23,50cB	31,64bA	24,87cB	37,27bA	3,98cB	7,36aA
AA	38,83bB	41,89bA	2,15cA	2,64bA	28,03cB	31,72bA	31,42bB	38,15bA	6,16bB	8,20aA
CM	46,95aA	47,88aA	5,16aA	4,48aB	43,06aA	39,89aA	47,27aA	46,71aA	9,61aA	8,46aA

¹⁾Médias não seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, e pela mesma letra minúscula, na coluna, para cada elemento, diferem entre si pelo teste de Tukey a de 5% de probabilidade de erro

²⁾amostra coletada no solo antes do plantio.

³⁾amostra coletada no solo depois da colheita

são apresentadas na Tabela 5. Verifica-se, de uma maneira geral, que a concentração total desses metais no material perdido por erosão foi inferior à analisada no solo coletado antes do plantio e depois da colheita (Tabela 4). No tratamento MAQ, observou-se para todos os elementos concentrações totais maiores, quando comparadas com os outros tratamentos, sendo que os metais que apresentaram uma maior concentração no material de solo perdido por erosão são os mesmos que tinham uma elevada concentração no solo antes do plantio (Tabela 4).

No sistema de preparo MAQ, concentrações mais elevadas de Zn, Cd, Pb, Mn e Ni no material de solo perdido por erosão (Tabela 5), com a maior quantidade de solo perdida (Tabela 1) determinaram quantidades elevadas de perdas por erosão desses metais, como pode ser observado na tabela 5. A perda de Zn, Cd, Pb, Mn, e Ni no tratamento MAQ, foi cerca de 14, 8, 11, 8 e 11 vezes superior, respectivamente, do que a obtida no sistema CM. Os sistemas de preparo MANQ e AA também apresentaram perdas bem

menores, quando comparadas ao sistema típico de preparo do solo da região MAQ. É importante ressaltar que essas quantidades referem-se apenas ao ciclo do pimentão. Considerando-se que, na região, o período de maior precipitação concentra-se de setembro a março (MARQUES et al., 1998), as perdas poderiam ser mais elevadas em um ano agrícola completo da região sob esse sistema de preparo do solo e quantidades de insumos utilizados.

As perdas de Zn por erosão (Tabela 5) foram superiores ao total aplicado no ciclo do pimentão (Tabela 3) no tratamento MAQ. O CM minimizou as perdas dos metais pesados por erosão, sendo que cerca de apenas 10% do total aplicado desse elemento foi perdido, reduzindo os riscos de contaminação da água do córrego que atravessa a microbacia. Esses resultados demonstram, de forma inequívoca, que a utilização na microbacia de um outro sistema de preparo do solo como o cultivo mínimo ou aração com tração animal, em nível, levaria a uma redução sensível dos impactos ao ambiente pelas perdas por erosão. NÚÑEZ et al.

Tabela 5 - Perdas por erosão de metais pesados e concentração total de metais no material de solo perdido por erosão e no ciclo do pimentão, nos quatro sistemas de preparo do solo ⁽¹⁾.

Preparo	Zn		Cd		Pb		Mn		Ni	
	g ha ⁻¹	mg kg ⁻¹	g ha ⁻¹	mg kg ⁻¹	g ha ⁻¹	mg kg ⁻¹	g ha ⁻¹	mg kg ⁻¹	g ha ⁻¹	mg kg ⁻¹
MAQ	3033 a	47,37a	40a	0,64a	982a	15,34a	1604 a	25,08a	214a	3,34a
MANQ	965 b	21,61c	4 b	0,10c	465b	10,40b	714 b	15,97b	3 d	0,07c
AA	550 c	36,63b	4 b	0,27b	192c	12,78b	309c	20,64a	56 b	3,73a
CM	222 d	26,50c	5 b	0,59a	93 d	10,98b	208 d	24,83a	20 c	2,39b

⁽¹⁾Médias não seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, para cada elemento, diferem entre si pelo teste de Tukey a de 5% de probabilidade de erro

(1999) verificaram, numa microbacia em Paty do Alferes-RJ, que os sedimentos de fundo e a água do córrego que atravessa microbacia apresentavam concentrações de Pb, Zn e Mn muito elevadas. Esses autores consideraram que as perdas por erosão e o uso elevado de agroquímicos, nas olerícolas cultivadas, foram as causas principais dessa contaminação.

A produtividade do pimentão e a concentração de metais pesados no fruto in natura, nos quatro sistemas de preparo do solo são mostradas na Tabela 6. Observa-se que as concentrações de Pb nos quatro sistemas de preparo do solo se encontraram acima dos limites de tolerância permitidos em hortaliças, segundo Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA, 1998). Portanto, o uso sem controle de produtos que contêm concentrações apreciáveis de metais pesados em sua composição (Tabela 2), possivelmente, provocou a contaminação desses alimentos por Pb. Entretanto, para o cádmio, observa-se apenas no tratamento CM concentração superior ao limite máximo permitido. O elemento Ni apresentou concentrações no fruto próximas às consideradas limites, principalmente no preparo CM. Verificou-se também, que as concentrações de Mn, Ni, Cd e Pb no fruto in natura, foram, sistematicamente, mais elevadas no preparo CM (Tabela 6). Esse resultado pode ter ocorrido devido ao maior acúmulo de metais pesados no solo sob esse preparo (Tabela 4) e a menor produtividade (Tabela 6), visto que as quantidades de agroquímicos aplicadas foram as mesmas nos quatro sistemas de preparo do solo. Resultados semelhantes foram encontrados por SANTOS et al. (2003) na vagem do feijão de vagem.

Tabela 6 - Produtividade e concentração de metais pesados no fruto de pimentão *in natura*, nos quatro sistemas de preparo do solo.

Preparo	Produtividade	Zn	Mn	Ni	Cd	Pb
	t ha ⁻¹	mg kg ⁻¹				
MAQ	28a	5,3b	1,6b	0,9c	0,2c	0,6b
MANQ	26a	4,8b	1,0b	1,1bc	0,2c	0,8b
AA	18b	5,6ab	1,4b	1,8b	0,5b	0,8b
CM	16b	6,2a	2,3a	3,5a	1,2a	1,8a
	Padrão ABIA ²	50,0		5,0	1,0	0,5

¹Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro entre sistemas de preparo do solo.

²Fonte: ABIA, 1998

CONCLUSÕES

O sistema de preparo aração morro abaixo e restos vegetais queimados (MAQ), acarretou perdas elevadas de Cd, Ni, Pb, Zn e Mn, entretanto, os sistemas de preparo cultivo mínimo (CM) e aração com tração animal (AA) reduzem as perdas por erosão desses metais. As perdas de solo por erosão podem determinar sérios riscos de contaminação da água do córrego da microbacia que é utilizada pelos animais e para irrigação. O fruto do pimentão in natura apresentou concentrações de Pb, em todos os tratamentos e Cd, no CM, acima dos limites permitidos para alimentos frescos nestas condições experimentais. As concentrações mais elevadas de Zn, Mn, Ni, Cd e Pb foram observadas no sistema de preparo CM

AGRADECIMENTOS E APRESENTAÇÃO

Parte da tese de mestrado do primeiro autor, apresentada ao Departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica realizada com recursos da União Européia e Ciamb-PADCT/FINEP.

REFERÊNCIAS

- ABIA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO. **Compêndio da Legislação dos Alimentos**. São Paulo, 1998. 185p.
- AMARAL SOBRINHO, N.M.B. et al. Fracionamento de zinco e chumbo em solos tratados com fertilizantes e corretivos. **R Bras Ci Solo**, v.21, p.17-21, 1997.
- AMARAL SOBRINHO, N.M.B. et al. Metais pesados em alguns fertilizantes e corretivos. **R Bras Ci Solo**, v.16, p.271-276, 1992.
- AMARAL SOBRINHO, N.M.B. et al. Mobilidade de metais pesados em solo tratado com resíduo siderúrgico ácido. **R Bras Ci Solo**, v.22, p.345-353, 1998.
- ARAÚJO, W.S. et al. Relação entre adsorção de metais pesados e atributos químicos e físicos de classes de solo do Brasil. **R Bras de Ci Solo**, v.26, p.17-27, 2002.
- CENTURION, J.F. et al. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades químicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. **R Bras de Ci Solo**, v.9, p.267-270, 1985.
- DE MARIA, I.C.; CASTRO, O.M. de. Fósforo, potássio e matéria orgânica em um latossolo roxo, sob sistemas de manejo com milho e soja. **R Bras Ci Solo**, v.17, p.471-477, 1993.
- GIMENO-GARCIA, E. et al. Heavy metals incidence in the application of organic fertilizers and pesticides to rice farming soils. **Environ Pollut**, v.92, p.19-25, 1996.

- GRAVENA, S. et al. Manejo ecológico de pragas e doenças do tomate envarado. In: [CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE AGRICULTURA SUSTENTÁVEL EM REGIÕES MONTANHOSAS TROPICAIS E SUBTROPICAIS COM ESPECIAL REFERÊNCIA PARA A AMÉRICA LATINA.,] 1998, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro, EDUR (Editora Universidade Rural)1998.
- MARQUES, J., PINHEIRO, F.M.A. Características hidrometeorológicas de Paty do Alferes, RJ. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE AGRICULTURA SUSTENTÁVEL EM REGIÕES TROPICAS E SUBTROPICAIS COM ESPECIAL REFERÊNCIA PARA A AMÉRICA LATINA, 1998, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro, 1998. 31p.
- NÚÑEZ, J.E.V. et al. Conseqüências de diferentes sistemas de preparo do solo sobre distribuição química e perdas de fósforo de um argissolo. **Bragantia**, v.62, p.101-109, 2003.
- NÚÑEZ, J.E.V. et al. Conseqüências de diferentes sistemas de preparo do solo sobre a contaminação do solo, sedimentos e água por metais pesados. **R Bras Ci Solo**, v.23, p.981-990, 1999.
- OLIVEIRA, C. et al. Solubilidade de metais pesados em solos tratados com lodo de esgoto enriquecido. **R Bras Ci Solo**. v.27, p.171-181, 2003.
- RAMALHO, J.F.G.P., AMARAL SOBRINHO, N.M.B. Metais pesados em solos cultivados com cana-de-açúcar pelo uso de resíduos agroindustriais. **Floresta e Ambiente** v.8, p.120-129, 2001.
- RAMALHO, J.F.G.P. et al. Acúmulo de metais pesados em solos cultivados com cana-de-açúcar pelo uso contínuo de adubação fosfatada e água de irrigação. **R Bras Ci Solo**, v.23, p.971-979, 1999.
- RAMALHO, J.F.G.P. et al. Contaminação da microbacia de Caetés com metais pesados pelo uso de agroquímicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.7, p.1289-1303, 2000.
- SANTOS, F.S. et al. Conseqüências do manejo do solo na distribuição de metais pesados em um agrossistema com feijão de vagem (*Phaseolus vulgaris L.*). **R Bras Ci Solo**, v.27, p.191-198, 2003.
- SANTOS, F.S. et al. Influência de diferentes manejos agrícolas na distribuição de metais pesados no solo e em plantas de tomate. **R Bras Ci Solo**, v.26, p.535-543, 2002.
- TEDESCO, M.J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.