

## NOTA CIENTÍFICA / SCIENTIFIC NOTE

### ESTIMATIVA DA INCIDÊNCIA E SEVERIDADE DA HÉRNIA DAS CRUCÍFERAS EM FUNÇÃO DO pH DO SOLO

### CLUBROOT INCIDENCE AND SEVERITY ESTIMATES, ACCORDING TO THE SOIL pH

Marla Alessandra de ARAUJO<sup>1</sup>  
Jorge Luiz Moretti de SOUZA<sup>2</sup>  
Vismar da Costa LIMA NETO<sup>3</sup>  
Gilvano Ebling BRONDANI<sup>4</sup>

#### RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a propensão à incidência e severidade da doença radicular hérnia das crucíferas nos municípios da Região Metropolitana de Curitiba (26 municípios), a partir de valores de pH do solo. As 14.452 análises de pH em CaCl<sub>2</sub> foram realizadas entre os anos de 1999 e 2007, sendo os valores provenientes do Laboratório de Química e Fertilidade do Solo (DSEA/SCA/UFPR). Para verificar a propensão da incidência e severidade da doença, medidas de tendência do pH em CaCl<sub>2</sub> foram confrontadas com faixas de pH pré-estabelecidas pela literatura. Com exceção de Adrianópolis (59,4%) e Doutor Ulysses (33,3%), os demais municípios estudados apresentaram alta propensão à doença no grau mais elevado de severidade (pH < 5,7), com valores de probabilidade maiores que 75%. Os resultados enfatizaram a necessidade de calagem e outras práticas de controle no manejo da hérnia das crucíferas.

**Palavras-chave:** *Plasmodiophora brassicae*; acidez do solo; calagem; brássicas.

#### ABSTRACT

This study aimed to evaluate propensity of the Curitiba Metropolitan Region (26 cities) to the clubroot of crucifers incidence, through soil pH values. The 14452 pH in CaCl<sub>2</sub> analyses were held by the Laboratory of Chemistry and Soil Fertility (DSEA / SCA / UFPR) during the period of 1999 and 2007. To check the disease incidence and severity propensity, there were faced the tendency measures with pH bands preset by literature. Except for Adrianópolis (59.4%) and Dr. Ulysses (33.3%), the other districts studied presented high propensity for the disease in its highest severity degree (pH < 5,7), with probability values higher than 75%. The results emphasized the necessity of liming and other practices of disease control.

**Key-words:** *Plasmodiophora brassicae*; soil acidity; liming; brassica.

<sup>1</sup> Engenheira Agrônoma, Mestre em Ciência do Solo, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola (DSEA)/Setor de Ciências Agrárias(SCA)/ Universidade Federal do Paraná(UFPR), Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: marla.agro@bol.com.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrícola, Doutor em Agronomia, Professor do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola (DSEA), Setor de Ciências Agrárias (SCA), Universidade Federal do Paraná (UFPR). Rua dos Funcionários, 1540. Cep 80035-050, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: jmoretti@ufpr.br Autor para correspondência

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitopatologia, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo (DFF)/ Setor de Ciências Agrárias (SCA)/ Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: vismar@ufpr.br

<sup>4</sup> Engenheiro Florestal, Mestre em Ciências Florestais, CCFM/ Setor de Ciências Agrárias (SCA)/ Universidade Federal do Paraná (UFPR).Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: gebrondani@yahoo.com.br

## INTRODUÇÃO

Diariamente milhares de pessoas em todo o mundo consomem brássicas como repolho, brócolis, couve chinesa, entre outras. Isto vem a agregar qualidade à mesa do consumidor, além de movimentar um amplo setor de produção e comercialização, atividade que muitas vezes é a única fonte de renda de diversas famílias de produtores rurais.

Nos últimos anos este cenário vem sendo ameaçado pela crescente ocorrência da hérnia das crucíferas, uma doença radicular caracterizada pela hipertrofia e hiperplasia das células afetadas que leva a formação de galhas, sendo favorecida em solos ácidos e úmidos, a aproximadamente 70% da capacidade de campo, e sob temperatura entre 20 °C e 25 °C (Colhoun, 1953; Maringoni, 1997; Friberg et al., 2005). O agente etiológico da doença é um parasita fitopatogênico obrigatório pertencente ao reino Protozoa, família Plasmodiophoracea, gênero *Plasmodiophora*, espécie *Plasmodiophora brassicae* Woronin (Valiela, 1979), que ataca a planta nos seus diversos estádios de desenvolvimento, com ênfase nos iniciais, nos quais gera os maiores danos. Tal ataque pode causar desde a morte de mudas, até grandes perdas na produção por gerar produtos finais de baixa qualidade (Lima Neto et al., 2004; Friberg et al., 2005).

A doença é severa até o pH 5,7. Entre o pH 5,7 e 6,2 a severidade decresce, sendo recomendado para o manejo da doença a utilização da calagem para aumentar o pH para próximo de 7,0 (Zambolim, 2001). Contudo, em solos com alto potencial de inóculo ativo, apenas o aumento do pH não possibilita um controle satisfatório da doença (Schuta, 2003).

A hérnia das crucíferas é uma doença de difícil controle devido suas características de desenvolvimento e a produção de estruturas de resistência, as quais sobrevivem por períodos de oito a dez anos no solo (Schuta, 2003; Friberg et al., 2005; Hasse et al., 2007). Este fato já inviabilizou o cultivo de brássicas em diversas propriedades, especialmente de municípios da Região Metropolitana de Curitiba (RMC).

As condições climáticas da região de Curitiba favorecem o cultivo das brássicas o ano todo, além de existir no mercado variedades adaptadas às diferentes estações de cultivo. Este fato permite que se realizem, em média, sete plantios por ano. Conseqüentemente, em uma mesma propriedade é comum encontrar-se, simultaneamente, a cultura em todos os estádios fenológicos, o que favorece a manutenção e o aumento da população do patógeno no solo (Lima Neto et al., 2004).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a propensão à incidência e severidade da doença radicular hérnia das crucíferas nos municípios de Curitiba e Região Metropolitana, a partir de valores de pH advindos de uma série de análises de rotina realizadas no Laboratório de

Química e Fertilidade do Solo, da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

## MATERIAL E MÉTODOS

Os solos utilizados neste estudo pertencem a propriedades situadas nos municípios de Curitiba e Região Metropolitana (Adrianópolis, Agudos do Sul, Almirante Tamandaré, Araucária, Balsa Nova, Bocaiúva do Sul, Campina Grande do Sul, Campo Largo, Campo Magro, Cerro Azul, Colombo, Contenda, Doutor Ulysses, Fazenda Rio Grande, Itaperuçu, Lapa, Mandirituba, Pinhais, Piraquara, Quatro Barras, Quitandinha, Rio Branco do Sul, São José dos Pinhais, Tijucas do Sul e Tunas do Paraná), Estado do Paraná. O clima é classificado como Cfb, segundo a classificação de Köppen (Maack, 2002).

As análises de solo foram provenientes do Laboratório de Química e Fertilidade do Solo, que está localizado no Setor de Ciências Agrárias (SCA) da UFPR, em Curitiba. Todo o processo de amostragem e encaminhamento das amostras para análise foi realizado pelos produtores rurais, nos anos de 1999 e 2001 a 2007, totalizando oito anos de dados. Os dados utilizados são provenientes dos arquivos mantidos pelo referido laboratório, dos quais foram extraídos os valores de pH em CaCl<sub>2</sub>, determinado seguindo a metodologia de Pavan et al. (1992), totalizando 14.452 análises de rotina.

Para verificar a propensão da incidência e severidade da doença foram utilizadas faixas de pH sugeridas por Zambolim (2001) e Schuta (2003) que afirmam que a doença é severa até pH 5,7 (severidade alta). Entre 5,7 e 6,6 a severidade da doença decresce (severidade média), e acima de 6,6 a incidência é muito reduzida, sendo considerado como o nível de controle às severidades baixa ou nula.

Com o auxílio de uma planilha eletrônica, calcularam-se as medidas de tendência e dispersão dos valores de pH em CaCl<sub>2</sub> considerando as 14.452 análises de solo dos municípios da Região Metropolitana de Curitiba. Os parâmetros estatísticos do pH em CaCl<sub>2</sub>, medido nas análises de solo, foram confrontados com as faixas de pH pré-estabelecidas (Zambolim, 2001; Schuta, 2003), permitindo identificar áreas mais propensas à incidência da doença, bem como o possível grau de severidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas 14.452 amostras analisadas, os valores de pH em CaCl<sub>2</sub> apresentaram variação entre 3,0 e 8,0, o que corresponde a uma grande amplitude. A média do pH foi igual a 4,9, com desvio padrão 0,7, mostrando que existe variabilidade entre os valores de pH amostrados nos diferentes municípios (Tabela 1). A Figura 1 permite constatar que a distribuição de frequência dos valores de pH do solo na região é assimétrica à direita. Desta forma, um ajuste dos 14.452 valores de pH com a distribuição de probabilidade Gama (alfa = 48,7 e beta = 0,1007) evidenciou, para uma

probabilidade de 50%, um valor de pH do solo igual a 4,87. Este resultado é praticamente igual ao valor médio do pH dos solos (4,90) encontrados nas análises (Tabela 1), indicando que a assimetria é

muito pequena e a distribuição normal também pode representar teoricamente a distribuição dos valores de pH da região.

TABELA 1 – Medidas de tendência e dispersão dos valores de pH em CaCl<sub>2</sub> das análises de solo nos municípios da Região Metropolitana de Curitiba, considerando 14.452 amostras coletadas em oito anos.

Município	nº de amostras de solo	Menor valor	Maior valor	Média	Desvio padrão	CV* (%)	Amplitude	CV**
Adrianópolis	32	3,9	7,6	5,4	1,1	19,4	3,7	13,4
Agudos do Sul	67	3,7	6,1	4,6	0,6	12,4	2,4	8,1
Almirante Tamandaré	140	3,8	6,9	5,0	0,7	14,1	3,1	4,4
Araucária	2824	3,3	7,8	4,9	0,7	14,6	4,5	4,7
Balsa Nova	368	3,5	6,9	4,6	0,6	13,0	3,4	8,0
Bocaiúva do Sul	383	3,5	6,5	4,6	0,5	12,0	3,0	4,6
Campina Grande do Sul	320	3,6	7,6	4,6	0,7	15,7	4,0	5,0
Campo Largo	721	3,6	8,0	4,9	0,7	13,9	4,4	3,3
Campo Magro	253	3,6	6,1	4,6	0,5	11,6	2,5	9,0
Cerro Azul	84	3,6	6,0	4,6	0,6	12,1	2,4	6,3
Colombo	956	3,5	7,9	5,0	0,8	17,1	4,4	6,9
Contenda	182	3,9	6,3	4,7	0,5	10,4	2,4	6,2
Curitiba	2632	3,5	8,0	5,1	0,8	15,4	4,5	3,5
Doutor Ulysses	3	4,2	6,0	5,3	1,0	18,2	1,8	16,4
Fazenda Rio Grande	331	3,8	8,0	4,7	0,7	15,5	4,2	7,6
Itaperuçu	29	3,6	5,6	4,3	0,6	13,1	2,0	10,1
Lapa	674	3,6	7,0	4,8	0,7	14,0	3,4	5,0
Mandirituba	183	3,9	6,6	4,8	0,6	11,5	2,7	7,3
Pinhais	848	3,7	7,8	4,8	0,8	17,2	4,1	8,3
Piraquara	801	3,6	6,8	4,9	0,6	11,4	3,2	5,0
Quatro Barras	412	3,5	6,6	4,5	0,6	14,0	3,1	7,5
Quitandinha	85	3,7	6,3	5,0	0,6	12,0	2,6	10,4
Rio Branco do Sul	81	4,0	7,6	5,1	0,8	15,1	3,6	8,2
São José dos Pinhais	962	3,5	7,6	5,0	0,6	12,9	4,1	4,5
Tijucas do Sul	1078	3,0	7,0	5,0	0,6	11,3	4,0	3,9
Tunas do Paraná	3	3,9	4,7	4,4	0,4	9,5	0,8	2,3
Curitiba e RMC	14452	3,0	8,0	4,9	0,7	14,7	5,0	2,0

CV \* – coeficiente de variação considerando todas as amostras de solo coletadas no município;

CV \*\* – coeficiente de variação considerando a média anual dos valores de pH, nos oito anos analisados.

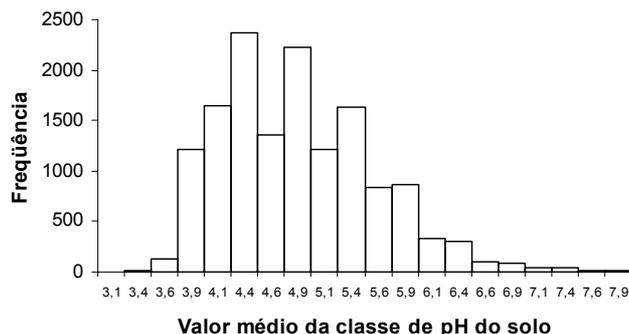


FIGURA 1 – Distribuição de freqüência dos valores médios de pH em CaCl<sub>2</sub> de solos dos municípios da Região Metropolitana de Curitiba, considerando 14.452 amostras coletadas em oito anos.

Apesar de não ter sido constituído um delineamento experimental prévio, sendo as amostras coletadas ao acaso, as análises indicaram que os municípios da região apresentam boa homogeneidade quanto aos valores de pH dos solos, o que pode ser evidenciado por meio dos valores dos coeficientes de variação (CV<sup>1</sup>) obtidos de todas as amostras de cada município (Tabela 1). Foram verificadas variações entre 9,5% (Tunas do Paraná) e 19,4% (Adrianópolis), sendo 14,7% o valor médio. De acordo com as recomendações de Ferreira (1991), quando o coeficiente de variação for inferior a 10%, a precisão experimental é considerada ótima (muito homogêneo), entre 10 a 15% é boa (homogêneo), e acima de 15% até 20% é regular (baixa homogeneidade).

Quanto à variação dos valores médios de pH ao longo dos oito anos analisados, verificou-se que 22 municípios tiveram os valores médios de pH com CV<sup>2</sup> inferior a 10%. Este resultado evidenciou baixa variabilidade dos valores de pH ao longo dos anos na região. Três municípios tiveram valores de CV<sup>2</sup> entre 10% e 15%, e apenas em Doutor Ulysses o valor foi superior a 15% (16,4%). A maior variabilidade observada neste município ocorreu devido ao reduzido número de amostras analisadas (apenas três).

Em relação aos valores médios de pH do solo (Tabela 1) verificou-se que os 26 municípios estudados se enquadraram na faixa de severidade alta (pH < 5,7). Contudo, como o pH apresentou uma distribuição assimétrica à direita (Figura 1), a média pode não representar adequadamente a faixa mais freqüente de pH nos municípios. Desta forma os resultados apresentados na Tabela 2 permitem melhor visualização da real propensão à incidência da hérnia das crucíferas e grau de severidade.

Dos 26 municípios analisados, Adrianópolis apresentou a maior probabilidade (15,6%) de ter severidade baixa ou não incidência da doença. Porém, o município ainda está altamente sujeito a ocorrência da hérnia das

crucíferas em grau alto (59,4%) ou médio (25%) de severidade. Os demais municípios apresentaram baixíssima probabilidade de não incidência da doença, cujos valores variaram de nula a 4,1% (Tabela 2).

Com exceção de Adrianópolis (59,4%) e Doutor Ulysses (33,3%), os demais municípios estudados apresentaram alta propensão à doença no grau mais elevado de severidade, com valores de probabilidade maiores que 75% (Tabela 2).

Analisando-se a produção de brássicas nos municípios de Curitiba e Região Metropolitana, na safra 2006/2007 (Tabela 2), verificou-se que Araucária (18,35%), Colombo (15,32%), Contenda (7,27%), Mandirituba (4,08%) e São José dos Pinhais (40,04%) foram responsáveis por 85,1% da produção total obtida. Por apresentarem propensão à hérnia das crucíferas no grau mais elevado de severidade (severidade alta), os produtores desses municípios deverão ter especial atenção à incidência e severidade da doença em função do pH do solo.

Os resultados apresentados na Tabela 2 concordam com os encontrados em estudos realizados anteriormente (Lima Neto et al., 2004; Zambolim, 2001; Schuta, 2003; May de Mio et al., 1997), confirmando de forma geral, que os municípios de Curitiba e Região Metropolitana apresentaram alta propensão à incidência da doença.

Quando a concentração de inóculo é elevada (5.10<sup>7</sup> esporos.cm<sup>-3</sup>), Schuta (2003) observou que o aumento do pH até 7,3 não possibilitou controle efetivo sobre a severidade da doença. May de Mio et al. (2008), ao avaliarem a resistência de cultivares de brássicas à hérnia das crucíferas, utilizaram um solo com pH (CaCl<sub>2</sub>) 6,5 e obtiveram um cultivar sem incidência da doença, podendo ser considerado resistente (couve chinesa 'Híbrido Kukai 70') e dois com menor índice de severidade, podendo ser considerados tolerantes (couve chinesa 'Híbrido Kukai 65' e couveflor 'Bola de Neve').

<sup>1</sup>CV\* – coeficiente de variação considerando todas as amostras de solo coletadas no município;

<sup>2</sup>CV \*\* – coeficiente de variação considerando a média anual dos valores de pH, nos oito anos analisados.

TABELA 2 – Grau de severidade provável da doença hérnia das crucíferas, considerando o pH em CaCl<sub>2</sub> de 14.452 amostras de solo coletadas em oito anos, e produção de brássicas obtida na safra 2006/2007\*, para os municípios da Região Metropolitana de Curitiba.

Município	Número total de amostras de solo	----- Severidade provável -----						----- Brássica -----	
		Alta		Média		Baixa ou nula		Produção	Área
		Nº amostras	%	Nº amostras	%	Nº amostras	%	t	ha
Adrianópolis	32	19	59,4	8	25,0	5	15,6	5	131
Agudos do Sul	67	62	92,5	5	7,5	0	0,0	32	980
Almirante Tamandaré	140	110	78,6	27	19,3	3	2,1	185	5441
Araucária	2824	2340	82,9	437	15,5	47	1,7	1097	44211
Balsa Nova	368	351	95,4	15	4,1	2	0,5	10	303
Bocaiúva do Sul	383	360	94,0	23	6,0	0	0,0	139	3835
Campina Grande do Sul	320	279	87,2	36	11,3	5	1,6	19	558
Campo Largo	721	604	83,8	107	14,8	10	1,4	155	5840
Campo Magro	253	243	96,0	10	4,0	0	0,0	116	3875
Cerro Azul	84	80	95,2	4	4,8	0	0,0	7	161
Colombo	956	718	75,1	222	23,2	16	1,7	1308	36919
Contenda	182	173	95,1	9	4,9	0	0,0	458	17527
Curitiba	2632	2106	80,0	418	15,9	108	4,1	64	1285
Doutor Ulysses	3	1	33,3	2	66,7	0	0,0	2	60
Fazenda Rio Grande	331	289	87,3	37	11,2	5	1,5	89	2895
Itaperuçu	29	29	100,0	0	0,0	0	0,0	6	176
Lapa	674	575	85,3	95	14,1	4	0,6	113	3730
Mandirituba	183	165	90,2	18	9,8	0	0,0	271	9823
Pinhais	848	717	84,6	106	12,5	25	2,9	1	34
Piraquara	801	726	90,6	73	9,1	2	0,2	25	767
Quatro Barras	412	382	92,7	30	7,3	0	0,0	11	316
Quitandinha	85	74	87,1	11	12,9	0	0,0	163	4730
Rio Branco do Sul	81	62	76,5	18	22,2	1	1,2	20	535
São José dos Pinhais	962	856	89,0	91	9,5	15	1,6	2348	96494
Tijucas do Sul	1078	945	87,7	130	12,1	3	0,3	10	342
Tunas do Paraná	3	3	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0
Curitiba e RMC	14452	12269	84,9	1932	13,4	251	1,7	6654	240968

\* Fonte: Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento – SEAB

Cruz et al. (2008), estudaram a patogenicidade e severidade de alguns isolados (populações) brasileiros de *P. brassicae* coletados a campo. Dos onze isolados obtidos para o estudo, cinco pertenciam ao município de Colombo-PR, e destes, apenas um isolado não foi patogênico à couve chinesa suscetível (*B. rapa* var. *pekinensis*) em um dos dois ensaios realizados. Todos os isolados foram patogênicos a cultivar resistente ao patógeno (*B. rapa* var. *pekinensis*) nos dois ensaios. Desta forma, os autores concluíram que plantas altamente suscetíveis quando em condições de cultivo adversas, podem ser infectadas por um isolado que não é altamente agressivo e desenvolverem os sintomas.

Assim, os resultados obtidos enfatizam a necessidade de calagem e outras práticas de controle na região, principalmente nos municípios de Araucária, Colombo, Contenda, Mandirituba e São José dos Pinhais. Bedendo (1995) também recomenda, nestas situações, como controle cultural: a rotação de cultura com espécies não hospedeiras em áreas infestadas, uso de mudas sadias, desinfecção do substrato da sementeira, aração profunda, evitar uso de esterco de animais que tenham sido alimentados com plantas doentes, bem como a erradicação de plantas daninhas hospedeiras. É de suma importância a verificação da procedência da água de irrigação, pois esta também pode estar contaminada pelos esporos de *P. brassicae* (Lima Neto et al., 2004).

Apesar do manejo do pH não ser a melhor medida que possibilite um controle efetivo da doença, principalmente devido à existência de

outros fatores que irão interferir na incidência e severidade da doença, tais como temperatura, umidade, aeração, potencial de inóculo ativo no solo, entre outros (Bedendo, 1995; Zambolim, 2001; Schuta, 2003); Lima Neto et al. (2004) e Hasse et al. (2007) consideram que: a baixa eficiência do controle químico, o tradicionalismo do agricultor no cultivo de brássicas (espécies suscetíveis à doença), o manejo inadequado, a limitação no emprego de rotação de cultura e a falta de cultivares resistentes, fazem com que a recomendação de calagem para elevar o pH dos solos seja a medida de controle mais aceita pelo produtor, devido ao baixo custo e facilidade na execução.

## CONCLUSÃO

Baseando-se nas análises de pH de solos em CaCl<sub>2</sub>, a maioria dos municípios da Região Metropolitana de Curitiba apresentam alta propensão à hérnia das crucíferas no grau mais elevado de severidade, enfatizando a necessidade de calagem e outras práticas de controle no manejo da doença na região.

## AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR pelo fornecimento dos dados das análises de solo. À Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB), pela disponibilização dos dados de produção de brássicas da região.

## REFERÊNCIAS

1. ASANO, T.; KODAMA, A.; KAGEYAMA, K. Susceptibility of hairy root lines of Brassicaceae species to *Plasmodiophora brassicae* and in an in vitro subculture system. **Journal of General Plant Pathology**, v. 72, n. 2, p. 85-91, 2006.
2. BEDENDO, I. P. Galhas de etiologia fúngica e bacteriana. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Org.) **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1, p. 889-898.
3. COLHOUN, J. A study of the epidemiology of clubroot disease of Brassicaceae. **Annals of Applied Biology**, v. 40, n. 2, p. 262-283, 1953.
4. CRUZ, J. C. S. et al. Caracterização patogênica e molecular de *Plasmodiophora brassicae*. **Tropical Plant Pathology**, v. 30, n. 6, p. 415-424, 2008.
5. FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. Maceió: EDUFAL, 1991. 437 p.
6. FRIBERG, H.; LAGERLÖF, J.; RÄMERT, B. Germination of *Plasmodiophora brassicae* resting spores stimulated by a non-host plant. **European Journal of Plant Pathology**, v. 113, n. 3, p. 275-281, 2005.
7. HASSE, I.; MAY DE MIO, L. L.; LIMA NETO, V. C. Efeito do pré-plantio com plantas medicinais e aromáticas no controle de *Plasmodiophora brassicae*. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 1, p. 74-79, 2007.
8. LEE, G. P.; BAEK, N. K.; PARK, K. W. Genetic mapping of resistant genes in *Brassica pekinensis* against *Plasmodiophora brassicae* race 6. **The Plant Pathology Journal**, v. 18, n. 5, p. 266-270, 2002.
9. LIMA NETO, V. C. et al. **Manual de controle da galha das crucíferas**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná (UFPR)/Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB)-Programa Paraná 12 meses, 2004. 86 p.
10. MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. 3. ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002. 440 p.
11. MARINGONI, A. C. Doenças das Crucíferas: Hérnia. In: KIMATI, H. et al. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v. 2, p. 318-319.
12. MAY DE MIO, L. L.; KOWATA, L. S.; RUARO, L. Resistência de cultivares de brássicas à hérnia das crucíferas. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 4, p. 569-573, 2008.
13. MAY DE MIO, L. L.; SILVA, J.; LIMA, M. L. R. Z. C. Avaliação de diferentes formas de controle de *Plasmodiophora brassicae* em couve-chinesa em condições de casa de vegetação. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, v. 16, n. 1-2, p.9-14, 1997.
14. PAVAN, M. A. et al. **Manual de análise química do solo e controle de qualidade**. Londrina: IAPAR, 1992. 40 p. (Circular, 76).
15. SCHUTA, L. R. **Boro, nitrogênio, concentração de inóculo e pH no controle da *Plasmodiophora brassicae***. 103 f. Tese (Doutorado em Agronomia -Produção Vegetal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

ARAUJO, M.A. et al. Estimativa da incidência e severidade da hérnia...

16. TANAKA, S.; MIDO, H.; ITO, S. Colonization by two isolates of *Plasmodiophora brassicae* with differing pathogenicity on a clubroot-resistant cultivar of Chinese cabbage (*Brassica rapa* L. subsp. *pekinensis*). **Journal of General Plant Pathology**, v. 72, n. 4, p. 205-209, 2006.
17. VALIELA, M. V. F. **Introducción a la fitopatología**: hongos y mycoplasmas. 3. ed. Buenos Aires: INTA, 1979. v. 4, 613 p.
18. ZAMBOLIM, L. **Manejo integrado da fitossanidade**: cultivo protegido, pivô central e plantio direto. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 722 p.

**Recebido** em 26/09/2008

**Aceito** em 05/05/2009

