

NOTA CIENTÍFICA

RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE BRÁSSICAS À HÉRNIA DAS CRUCÍFERAS

RESISTANCE OF BRASSICAS CULTIVARS TO CLUBROOT OF CRUCIFERS

Louise Larissa MAY DE MIO¹
Ligia Sayko KOWATA²
Lucimeris RUARO³

RESUMO

A hérnia das crucíferas causada por *Plasmodiophora brassicae* ocasiona sérios danos à cultura das brássicas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a resistência de cultivares de brássicas a hérnia das crucíferas. Foram utilizados 45 cultivares comercializadas de repolho, brócolos, couve-manteiga, couve-flor e couve-chinesa. A parcela experimental foi constituída de um vaso de alumínio com capacidade para três litros de solo contendo duas plantas, com quatro repetições. Em cada vaso foram aplicados dois gramas de galhas trituradas, na forma de rega. Aos 60 dias foram avaliadas a severidade da doença no sistema radicular e a massa fresca da parte aérea, verificando os efeitos sobre as cultivares de cada espécie avaliada. Utilizou-se o programa SASM-Agri e o teste Scott-Knott a 5% de probabilidade para a análise dos dados. A severidade de galhas foi menor nos 'Híbrido Kukai 70' e '65' de couve-chinesa e 'Bola de Neve' de couve-flor. A massa fresca da parte aérea entre cultivares de mesma espécie foi maior para 'Ramoso Piracicaba'; 'Ramono Santana'; 'Pirate'; 'Vida Sul'; 'Flórida' e 'Condor' para brócolos, 'Híbrido Kukai 70' e 'Híbrido Kukai 65' para couve-chinesa e 'Híbrido Matsukaze' para repolho. Entre as cultivares testadas quanto à resistência ao isolado de *P. brassicae*, o 'Híbrido Kukai 70' e '65' de couve-chinesa e 'Bola de Neve' de couve-flor comportaram-se como os mais resistentes.

Palavras-chave: *Plasmodiophora brassicae*; *Brassica oleracea*; massa fresca; severidade.

ABSTRACT

The clubroot of crucifers, caused by *Plasmodiophora brassicae* occasioned serious damages on brassicas culture. The aim of the present work was to evaluate the resistance to clubroot of crucifers in 45 commercial cultivars of cabbage, broccolis, kale, cauliflower and chinese cabbage. The experimental parcel was constituted by aluminum pots with capacity for three liters of soil, containing two plants and four repetitions. Two grammars of powdered galls were inoculated by each pot in watering form. After 60 days of planting, gall severity in roots and fresh mass and were evaluated, the comparing affects in cultivars each studied species. The statistical program used to analyze was SASM-Agri and Scott-Knott test in 5% of probability. The gall severity was lower in 'Kukai 70' and '65' hybrid of chinese cabagge and 'Bola de Neve' of cauliflower. The fresh mass of aerial among cultivars of same species was bigger in 'Ramoso Piracicaba'; 'Ramono Santana'; 'Pirate'; 'Vida Sul'; 'Flórida' e 'Condor' for broccolis. 'Kukai 70' and 'Kukai 65' hybrid for chinese cabagge and 'Matsukaze hybrid' for cabagge. 'Kukai 70' and '65' hybrid of chinese cabbage and 'Bola de Neve' of cauliflower showed as more resistances cultivars to *P. brassicae* resistance.

Key-words: *Plasmodiophora brassicae*; *Brassica oleracea*; fresh mass; severity.

¹Engenheira Agrônoma, Doutora em Agronomia, Professora do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Rua dos Funcionários, 1540, 80035-050, Curitiba – PR, Brasil. E-mail: maydemio@ufpr.br. Autor para correspondência.

²Engenheira Agrônoma, Mestranda em Produção Vegetal – UFPR, Curitiba – PR, Brasil. E-mail: ligia_kowata@yahoo.com.br.

³Engenheira Agrônoma, Doutora em Agronomia, Professora do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da UFPR, Rua dos Funcionários, 1540, 80035-050, Curitiba – PR, Brasil. E-mail: lucimeris@ufpr.br.

INTRODUÇÃO

A ocorrência da hérnia das crucíferas causada por *Plasmodiophora brassicae* Woronin, é verificada em todo o mundo, inclusive no Brasil, em áreas de temperatura amena e alta umidade. O agente causal é um falso fungo pertencente ao Reino Protozoa (KIRK et al., 2001). O ciclo de vida do patógeno consiste em duas fases distintas, a primeira caracterizada pela germinação dos esporos de resistência na rizosfera e subsequente infecção através dos pêlos radiculares. A segunda fase abrange a colonização e proliferação no córtex radicular (INGRAM e TOMMERUP, 1972). Para a sobrevivência em condições adversas, o plasmódio produz elevada quantidade de esporos (FAYOLLE et al., 2006), os quais podem permanecer viáveis no solo de oito a dez anos (ALEXOPOULOS et al., 1996).

Com a evolução da doença há o surgimento de galhas oriundas da hipertrofia e hiperplasia celular. KATSURA et al. (1966) relataram como possível mecanismo de formação destas anomalias a indução de crescimento por ação do ácido indolacético (auxina). Cerca de 300 espécies e cultivares de brássicas e nove espécies de plantas pertencentes a outras famílias botânicas são consideradas hospedeiras do patógeno, porém em muitas dessas, não ocorre a formação de galhas nas raízes infectadas (MARINGONI, 1995).

A doença é favorecida quando a temperatura oscila entre 18 e 25 °C, o solo é arenoso, e o pH é ácido. Esta última condição é preponderante no desencadeamento e desenvolvimento da infecção (MARINGONI, 1995) e todas elas são observadas na região metropolitana de Curitiba, com clima, segundo a classificação climática de Koeppen (IAPAR, 1994), do tipo Cfb. Clima mesotérmico úmido sem estação seca definida, com temperatura média do mês mais quente, inferior a 22 °C. A precipitação pluvial média anual da região varia de 1400 e 1800 mm com chuvas bem distribuídas ao longo do ano. Além disso, a população do patógeno predominante em um local é um importante fator na resistência das cultivares. Em muitos casos, a alta infestação de *P. brassicae* em uma área pode inviabilizar o cultivo de brássicas, situação agravada ao gradativo aumento do inóculo ao longo do tempo, e como, por exemplo, em municípios da região metropolitana de Curitiba-PR, onde a ocorrência da hérnia das crucíferas tem-se tornado limitante para o cultivo da cultura (LIMA et al., 1997; SCHUTA, 2003).

Tradicionalmente os métodos de controle utilizados são: condições adequadas de drenagem,

o uso de mudas sadias, calagem e rotação de culturas entre hospedeiros suscetíveis e não suscetíveis (TREMBLAY et al., 2005). DONALD et al. (2004) verificaram redução de 40 a 64% das galhas em brócolos, quando utilizado formulação contendo 68% de partículas > 0,85 mm e 31% entre 0,30-0,85 mm de cálcio cianamida, sendo que a eficácia diminuiu à medida que a formulação apresentava partículas maiores. No entanto SCHUTA (2003) observou que com a alta concentração do patógeno no solo há o aumento na severidade da doença, mesmo com níveis elevados de pH (7,3). Pesquisas com controle biológico do patógeno vêm sendo realizadas, como o uso de fungos endofíticos (NARISAWA et al., 1998). No entanto, a melhor alternativa, ainda é a utilização de cultivares resistentes (PIAO et al., 2004). Em brássicas, muitos genes de resistência são atuantes (SUWABE et al., 2003; HIRAI et al., 2004; ROCHERIEUX et al., 2004), sendo decisivos para o desenvolvimento e aprimoramento de cultivares. Desta forma estudos sobre resistência de cultivares já existentes e comercializadas, subsidiam de forma rápida a decisão do produtor sobre a escolha das espécies e cultivares a serem plantadas em uma determinada região.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a resistência de cultivares de couve-chinesa (*Brassica pekenensis* L.), repolho (*B. oleraceae* L. var. *capitata* L.), couve-flor (*B. oleraceae* L. var. *botrytis* L.), e brócolos (*B. oleraceae* L. var. *italica* Plenck) ao patógeno *P. brassicae*, para diferenciar níveis de resistência entre cultivares e espécies, bem como a relação da severidade da doença e o desenvolvimento da parte aérea destes cultivares.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa-de-vegetação do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná, no período de agosto a outubro. Foram avaliados 45 cultivares comercializadas no núcleo de produção de hortaliças da região metropolitana de Curitiba. A parcela experimental foi constituída por um vaso de alumínio com capacidade para 3 dm³ de solo, contendo duas plantas, com quatro repetições distribuídas em delineamento inteiramente casualizado. As características químicas do solo utilizado estão apresentadas na Tabela 1, e a relação dos cultivares avaliados está apresentada na Tabela 2.

TABELA 1 – Características químicas do solo utilizado no experimento 'Resistência de cultivares de brássicas à hérnia das crucíferas (*Plasmodiophora brassicae*)'. Curitiba-PR.

pH CaCl ₂	pH SMP	Al	H+Al	Ca	Mg	K	P	C
		cmol _c dm ⁻³					mg dm ⁻³	g dm ⁻³
6,50	6,80	0,0	3,70	17,25	5,02	2,16	201,5	86,2

TABELA 2 – Médias da massa fresca da parte aérea (MFA) e da severidade da doença na raiz (nota de galhas) das cultivares pertencentes a diferentes espécies de brássicas hospedeiras em casa de vegetação. Curitiba, PR.

Espécies	Cultivares	MFA (g)	Nota galhas (0 a 4)
Brócolos (<i>B. oleraceae</i> L. var. <i>itálica</i> Plenck)	Haana Midori Sakata,	52,50 b	3,37 A ns ¹
	Packman	40,00 b	3,62 A
	Ramoso Piracicaba,	55,00 a	2,87 B
	Ramono Santana	55,00 a	2,75 B
	Pirate	62,50 a	3,50 A
	Vida Sul	57,50 a	3,00 B
	Flórida	60,00 a	2,75 B
	Condor	65,00 a	3,50 A
	Híbrido Hitsu	47,50 b	3,87 A
	Híbrido Todo ano	50,00 b	3,87 A
Média		54,50	3,31 n.s
Couve chinesa (<i>B. pekenensis</i> L.)	Kioto	67,50 b	3,37 A
	Michihili	52,50 b	3,75 A
	Shonan	60,00 b	3,75 A
	Pe-Tsai	70,00 b	3,50 A
	Híbrido Kukai 70	97,50 a	0,00 D
	Híbrido kukai 65	95,00 a	0,75 D
	Híbrido Kaho	55,00 b	3,87 A
	Híbrido Todo ano	65,00 b	3,87 A
Média		70,31	2,86
Couve manteiga (<i>B. oleraceae</i> L. var. <i>acephala</i> L.)	Portuguesa	40,00 ns	4,00 A ns
	Da Geórgia	45,00	4,00 A
	Híbrido: Hevi-Crop	40,00	3,62 A
Média		41,67	3,87
Couve-flor (<i>B. oleraceae</i> L. var. <i>botrytis</i> L.)	Piracicaba precoce	42,50 ns	3,37 A ns
	Teresópolis precoce	50,00	3,62 A
	Bola de neve	62,50	2,00 C
	Piracicaba verão	55,00	4,00 A
	Híbrido Miay	47,50	3,62 A
	Híbrido Shiromaru 1	50,00	4,00 A
	Híbrido Shiromaru 2	43,33	3,62 A
	Híbrido Shiromaru 3	45,00	2,87 B
Média		49,48	3,39
Repolho (<i>B. oleraceae</i> L. var. <i>capitata</i> L.)	Chato de quintal	50,00 b	3,00 B ns
	Liso de inverno,	46,50 c	3,12 B
	Liso de verão	40,00 c	3,50 A
	Coração de boi,	40,00 c	3,62 A
	Roxo ameno	40,00 c	3,37 A
	Roxo,	40,00 c	2,62 B
	Scarlet O'hara,	40,00 c	3,75 A
	Louco de verão	55,00 b	2,87 B
	Híb. Matsukaze	70,00 a	2,87 B
	60 dias	60,00 b	3,37 A
	Híbrido Akimi Kiowa,	57,50 b	2,87 B
	Híbrido Fuyotoyo	52,50 b	3,62 A
	Híbrido Midori	55,00 b	3,87 A
	Híbrido Kenzan	35,00 c	3,25 B
	Híbrido Ruby Ball	45,00 c	3,75 A
	Híbrido Naniwa	50,00 b	3,62 A
Média		48,53	3,32
CV (%)		17,66	20,18

¹ns.: médias não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Letras maiúsculas referem-se à comparação das médias entre todas cultivares e letras minúsculas referem-se à comparação entre cultivares de mesma espécie. Escala visual de notas: 0 (ausência de galhas nas raízes); 1 (aproximadamente 25% das raízes comprometidas); 2 (aproximadamente 50% das raízes comprometidas); 3 (aproximadamente 75% das raízes comprometidas) e 4 (100% das raízes comprometidas).

As mudas foram produzidas em bandejas plásticas, contendo substrato inerte e aos 10 dias após a sementeira foram transplantadas. Na ocasião do transplante, as plantas foram inoculadas com 2 g de galhas conforme preconizado por MAY-DE MIO et al. (1997), retiradas de raízes de couve-chinesa naturalmente infectadas, coletadas em plantio comercial da cultura no município em Colombo, PR. As galhas recém coletadas foram trituradas em liquidificador com 50 cm³ de água esterilizada e filtrado por meio de peneira. A solução assim obtida foi aplicada no vaso em forma de rega.

O desempenho das cultivares de brássicas em relação à resistência à *P. brassicae* foi avaliado aos 60 dias após a inoculação, por meio da avaliação da severidade da doença e do desenvolvimento de cada planta através da pesagem da massa fresca da parte aérea.

Para a estimativa da severidade da doença, as raízes de cada planta foram classificadas segundo escala visual de notas de TAKAHASHI et al. (2005), modificada: 0 (ausência de galhas nas raízes); 1 (aproximadamente 25% das raízes comprometidas); 2 (aproximadamente 50% das raízes comprometidas); 3 (aproximadamente 75% das raízes comprometidas) e 4 (100% das raízes comprometidas). Na análise dos dados foi utilizado o programa estatístico SASM-Agri versão 8.0 (CANTERI et al., 2001). Por meio desse programa foi verificada a homogeneidade das variâncias dos tratamentos pelo teste de Bartlett e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância para os dados de severidade apontou diferenças estatísticas entre as cultivares. Considerando-se todas as cultivares, apenas o 'Híbrido Kukai 70' de couve-chinesa se apresentou sem galhas nas raízes, significando que nesta cultivar não se estabeleceu a relação parasitária, mostrando-se altamente resistente ao patógeno. Em somente uma cultivar de couve-chinesa (o 'Híbrido Kukai 65') e em uma de couve-flor ('Bola de Neve') foi observado menor índice de severidade ($p < 0,05$) (Tabela 2). Do mesmo modo, CHATTOPADHAYAY et al. (1991) ao avaliarem espécies de mostarda verificaram que em três delas a agressividade de *P. brassicae* foi menor que nas demais espécies avaliadas.

Entre as cultivares nas espécies de brócolos, couve-flor e repolho não foram observadas diferenças estatísticas em relação a severidade da doença (Tabela 2). Da mesma forma, DIXON e ROBINSON (1986) em experimentos para avaliar 404 cultivares de *B. oleracea* quanto à resistência ao mesmo patógeno, não verificaram diferenças significativas entre as cultivares avaliadas. Os cultivares 'Híbrido Kukai 70' e 'Híbrido Kukai 65' foram diferentes dos demais cultivares de couve-chinesa, mostrando-se mais resistentes à hérnia das crucíferas.

Em relação à massa da parte aérea, entre

cultivares de mesma espécie, não se observou diferenças em couve-manteiga e couve-flor. Para brócolos as cultivares 'Ramoso Piracicaba'; 'Ramono Santana'; 'Pirate'; 'Vida Sul'; 'Flórida' e 'Condor' foram estatisticamente mais produtivas quando comparadas aos 'Híbrido Hitsui'; 'Híbrido Todo Ano'; 'Haana Midori Sakata' e 'Packman', sendo esta última inferior à todas cultivares de brócolos avaliadas (Tabela 2). Maior valor de massa fresca da parte aérea foi encontrado para o 'Híbrido Matsukaze' de repolho, o qual apresentou diferenças significativas em relação as demais cultivares (Tabela 2).

Para a espécie de couve-chinesa houve variação na massa fresca da parte aérea, sendo as mais produtivas as que apresentaram menor severidade da doença e produziram maior massa fresca, com coeficiente de correlação (r): -0,86. Nesta espécie, o 'Híbrido Kukai 70' e '65' atingiram as maiores massas frescas, respectivamente, 97,5 e 95,0 g, sendo estatisticamente diferente dos demais. Para as demais espécies a análise de correlação entre a massa fresca da parte aérea e a severidade da doença resultou nos seguintes coeficientes de correlação (r): -0,26 para couve-flor; -0,27 para repolho; -0,54 para brócolos e -0,69 para couve-manteiga. Os dados apresentados mostram uma grande variabilidade entre espécies e cultivares na resposta do rendimento da parte aérea em relação à infecção por *P. brassicae*. Esta observação pode indicar que a opção por cultivares mais tolerantes ao patógeno implica em vantagens ao produtor como menor custo de produção. Assim o plantio de cultivares muito susceptíveis deve ser evitado, como o 'Híbrido Kenzan' devido ao baixo rendimento, bem como, para as cultivares de couve-manteiga 'Portuguesa' e 'Georgia' devido à alta susceptibilidade. WOORRIPS (1995) considera dois fatores principais para o insucesso no desenvolvimento de cultivares resistentes: o nível insuficiente de resistência obtido e a rápida erosão da resistência.

Estudo foi realizado por XUE et al. (2008) para avaliar a virulência de 24 isolados monospóricos de *P. brassicae* oriundos de cinco populações do patógeno no Canadá. Os resultados apontaram a presença de quatro patótipos, sendo que um deles foi predominante e os demais ocorreram com baixa frequência. Os autores chamam atenção para o cuidado que deve ser tomado nas estratégias de melhoramento e no uso de cultivares suscetíveis, por que patótipos raros ou menos frequentes podem se tornar predominantes se hospedeiros geneticamente suscetíveis forem continuamente cultivados. Fato este que ocorre nas regiões brasileiras produtoras de brássicas, entretanto, ainda faltam dados de caracterização da variabilidade da *P. brassicae*, bem como do desenvolvimento de cultivares com resistência ou pelo menos tolerância à hérnia das crucíferas em condições brasileiras e de alta pressão de inóculo. Este estudo contribui para agregar informações sobre a resistência neste pouco estudado

patossistema da *P. brassicae* e brássicas, pois dados referentes à diferença de susceptibilidade entre espécies e cultivares de brássicas podem auxiliar de forma prática o produtor no momento de escolha do material a ser implantado.

CONCLUSÕES

1) Entre as cultivares testadas quanto à resistência ao isolado de *P. brassicae*, o 'Híbrido

Kukai 70' e '65' de couve-chinesa e 'Bola de Neve' de couve-flor foram os mais resistentes.

2) A maior produção de massa foi obtida nas cultivares 'Híbrido Kukai 70' e '65' de couve-chinesa.

3) A severidade influenciou na produção, como o observado nas cultivares 'Híbrido Kukai 70' e '65' de couve-chinesa, os quais apresentaram menor severidade da hêmia das crucíferas e maior produção de massa fresca da parte aérea.

REFERÊNCIAS

- ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. **Introductory mycology**. New York: Wiley & Sons, 1996. 869 p.
- CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. S.; GIGLIOTTI, E. A.; GODOY, C. V. SASM-Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v. 1, n. 2, p. 18-24, 2001.
- CHATTOPADHAYAY, A. K.; BAGCHI, B. N.; CHOUDHURY, K. R. Reaction of some rapeseed-mustard against club root disease. **Indian Phytopathology**, v. 44, n. 3, p. 238-239, 1991.
- DIXON, G. R.; ROBINSON, D. L. The susceptibility of *Brassica oleracea* cultivars to *Plasmodiophora brassicae* (clubroot). **Plant Pathology**, v. 35, n. 1, p. 101-107, 1986.
- DONALD, E. C.; LAWRENCE, J. M.; PORTER, I. J. Influence of particle size and application method on the efficacy of calcium cyanamide for control of clubroot of vegetable brassicas. **Crop Protection**, v. 23, n. 4, p. 297-303, 2004.
- FAYOLLE, L.; NOBLE, R.; COVENTRY, E.; AIME, S.; ALABOUVETTE, C. Eradication of *Plasmodiophora brassicae* during composting of wastes. **Plant Pathology**, v. 55, n.4, p. 553-558, 2006.
- HIRAI, M.; HARADA, T.; KUBO, N.; TSUKADA, M.; SUWABE, K.; MATSUMOTO, S. A novel locus for clubroot resistance in *Brassica rapa* and its linkage markers. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 108, n. 4, p. 639-643, 2004.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR). **Cartas climáticas do estado do Paraná, 1994**. Londrina, 1994. 49 p.
- INGRAM, D. S.; TOMMERUP, I. C. The life history of *Plasmodiophora brassicae* Woron. **Proceedings of the Royal Society of London**, v. 180, n. 1058, p. 103-112, 1972.
- KATSURA, K.; EGAWA, H.; TOKI, T.; ISHII, S. On the plant hormones in the healthy and *Plasmodiophora* infected roots of *Brassica rapa* var. Neosuguki Kitam. **Annals of the Phytopathological Society of Japan**, v. 32, p. 123-129, 1966.
- KIRK, P. M.; CANNON, P. F.; DAVID, J. C.; STALPERS, J. A. **Dictionary of fungi**. 9. ed. Wallingford: CABI Publishing, 2001.
- LIMA, M. L. R. Z. C.; MAY-DE MIO, L. L.; LOLIS, R. Controle físico e biológico da hêmia das crucíferas (*Plasmodiophora brassicae* Wor) na Região Metropolitana de Curitiba-PR. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, v. 16, n. 1-2, p. 83-87, 1997.
- MARINGONI, A. C. Doenças das crucíferas. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de Fitopatologia**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 2, p. 318-319.
- MAY-DE MIO, L. L.; SILVA, J.; COSTA LIMA, M. L. R. Z. 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.
- NARISAWA, K.; TOKUMASU, S.; HASHIBA, T. Suppression of clubroot formation in Chinese cabbage by the root endophytic fungus, *Heteroconium chaetospora*. **Plant Pathology**, v. 47, p. 206-210, 1998.
- PIAO, Z. Y.; DENG, Y. Q.; CHOI, S. R.; PARK, Y. J.; LIM, Y. P. SCAR and CAPS mapping of CRb, a gene conferring resistance to *Plasmodiophora brassicae* in Chinese cabbage (*Brassica rapa* ssp. *pekinensis*). **Theoretical and Applied Genetics**, v. 108, n. 8, p. 1458-1465, 2004.
- ROCHERIEUX, J.; GLORY, P.; GIBOULOT, A.; BOURY, S.; BARBEYRON, G.; THOMAS, G.; MANZANARES-DAULEUX, M. J.; Isolate-specific and broad-spectrum QTLs are involved in the control of clubroot in *Brassica oleracea*. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 108, n. 8, p. 1555-1563, 2004.
- SCHUTA, L. R. **Boro, nitrogênio, concentração de inoculo e pH na expressão da doença causada por Plasmodiophora brassicae**. 2003. 97 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Curso de pós-graduação em Agronomia, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.
- SUWABE, K.; TSUKAZAKI, H.; IKETANI, H.; HATAKEYAMA, K.; FUJIMURA, M.; NUNOME, T.; FUKUOKA, H.; MATSUMOTO, S.; HIRAI, M. Identification of two loci for resistance to clubroot (*Plasmodiophora brassicae* Woronin) in *Brassica rapa* L. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 107, n. 6, p. 997-1002, 2003.
- TAKAHASHI, L. M.; CEBRIAN, I. T.; SOUZA, N. L. Inoculação de *Plasmodiophora brassicae* agente causal da hêmia das crucíferas. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 28., 2005, São Paulo. **Summa Phytopathologica**. Botucatu: Grupo Paulista de Fitopatologia, 2005. v. 31, p. 16-17.
- TREMBLAY, N.; BE' LEC, C.; COULOMBE, J.; GODIN, C. Evaluation of calcium cyanamide and liming for control of clubroot disease in cauliflower. **Crop Protection**, v. 24, p. 798-803, 2005.
- WOORRIPS, R. E. *Plasmodiophora brassicae*: aspects of pathogenesis and resistance in *Brassica oleracea*. **Euphytica**, v. 83, p. 139-146, 1995.
- XUE, S.; CAO, T.; HOWARD, R. J.; HWANG, S. F.; STRELKOV, S. E. Isolation and variation in virulence of single-spore isolates of *Plasmodiophora brassicae* from Canada. **Plant Disease**, v. 92, n. 3, p. 456 - 462. 2008.

Recebido em 11/07/2008

Aceito em 21/11/2008

