

RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE REPOLHO A *XANTHOMONAS CAMPESTRIS* PV *CAMPESTRIS*¹

GILMAR P. HENZ² e PAULO E. DE MELO³

RESUMO - Foi avaliada a resistência à podridão-negra-das-crucíferas em 25 cultivares de repolho (*Brassica oleracea* L., var. *capitata*), sendo treze provenientes do Japão, onze da Holanda, e a cultivar brasileira Master AG-325. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em blocos ao acaso, com seis repetições, sendo cada parcela constituída por duas plantas, cultivadas em vasos com quatro litros de solo autoclavado. As plantas foram infectadas 28 dias após a semeadura (2-5 folhas verdadeiras) através da perfuração do caule com um alfinete entomológico na axila da folha mais velha e deposição de 25 µl de inóculo (10⁸ UFC/ml). A avaliação foi realizada 30 dias após a inoculação, com base em uma escala de notas de 0 a 5 (0 = resistente; 5 = altamente suscetível) e no cálculo da proporção necrosada do caule (PNC), obtida pela divisão da necrose interna do caule pelo comprimento total do caule. Através da análise de agrupamentos (distância euclidiana média e método de ligações completas), as cultivares foram distribuídas em quatro classes de resistência quanto às características nota e PNC. Houve correlação ($r = 0.89$) entre os parâmetros nota e PNC, sendo consideradas como resistentes as cvs. Master AG-325, Arixos F1, Maxim F1, Empax F1, YR Rampo, KKCross, Kenzan, YR 265, YR Ranshu, Ranshu Gold, YR Ranzan e YR Ranju.

Termos para indexação: *Brassica oleracea* L., var. *capitata*, podridão-negra-das-crucíferas, análise de agrupamento.

RESISTANCE OF CABBAGE CULTIVARS TO *XANTHOMONAS CAMPESTRIS* PV *CAMPESTRIS*

ABSTRACT - Twenty-five cabbage (*Brassica oleracea* L., var. *capitata*) cultivars (13 from Japan, 11 from the Netherlands and the Brazilian cv. Master AG-325) were screened for resistance to *Xanthomonas campestris* pv *campestris* under greenhouse conditions. The experimental design consisted on 2-plant plots, with six replications in a complete randomized block design. Each genotype was cultivated in a 4-liter pot. Twenty-eight days after sowing, at the 2-5 true leave growth stage, plants were inoculated by placing a drop of 25 µl of inoculum (10⁸ C FU/ml) in a lesion made on the stem just above the axil of the oldest leaf with an entomological pin. Evaluation was based on a disease rating scale (0 = resistant; 5 = highly susceptible) and on the proportion of internal necrosis length (PNC), obtained by the ratio between necrosis and stem length. Cultivars were classified into four clusters of resistance (average euclidean distance and complete linkage method) considering both rating scale and PNC. There was correlation ($r = 0.89$) between disease scale and PNC. The following cultivars were considered as resistant: Master AG-325, Arixos F1, Maxim F1, Empax F1, YR Rampo, KKCross, Kenzan, YR 265, YR Ranshu, Ranshu Gold, YR Ranzan and YR Ranju.

Index terms: *Brassica oleracea* L., var. *capitata*, crucifer black rot, cluster analysis.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um tradicional importador de sementes de repolho, principalmente do Japão, Holanda, Estados Unidos, França, Dinamarca e Chile. No período 1986-89, foram gastos US\$ 88,4 milhões,

¹ Aceito para publicação em 19 de abril de 1994.

² Eng.-Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (CNPH), Caixa Postal 0218, CEP 70359-970 Brasília, DF. (henz@sede.embrapa.br).

³ Eng.-Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (CNPH).

importando-se 57 diferentes cultivares, sendo os híbridos japoneses Matsukase e Kenzan os mais expressivos. A produção nacional de sementes de repolho é incipiente, tendo sido alcançados 6.393 kg no período 1986-89, com uma média anual de 1.598 kg. Neste período, foram produzidos os híbridos Master AG-325, Mogiano e ESALQ 84, e as cultivares União e Louco (Nascimento et al., 1994).

Os híbridos japoneses têm boas características agrônomicas, como cabeças pequenas, compactas e uniformes, mas alguns apresentam elevada suscetibilidade à *Xanthomonas campestris* pv *campestris* (*Xcc*), especialmente durante o cultivo de verão, quando predominam clima quente e chuvoso (Giordano et al., 1985) e condições favoráveis ao desenvolvimento da podridão-negra-das-crucíferas. No Brasil, desde a década de 40 são utilizados os repolhos nacionais "Louco de Piracicaba" e "Louco", como fontes de resistência à podridão-negra em programas de melhoramento de brássicas (Dias, 1971; Ikuta, 1971; Macedo et al., 1976; Henz et al., 1991), sendo as cultivares Master AG-325 (Banja & Macedo, 1984) e União (Giordano et al., 1988) as mais recentes no mercado brasileiro com esta característica. Diversos trabalhos compararam aspectos de produção e resistência a *Xcc* entre híbridos japoneses e cultivares nacionais, híbridos experimentais e linhagens de programas de melhoramento (Ikuta, 1971; Ikuta, 1972; Cheng & Aguiar, 1976; Reis & Casali, 1981; Araújo et al., 1983; Giordano et al., 1985; Silva Junior & Miura, 1986; Henz et al., 1987; Henz et al., 1991; Melo et al., 1993).

Na literatura encontram-se relatadas diversas maneiras de avaliar a resistência de brássicas a *Xcc*. Uma das mais usadas é o plantio em épocas favoráveis à doença, geralmente verdes quentes e úmidos, e o uso de uma escala de notas para separar os materiais de acordo com os sintomas (Reis & Casali, 1981; Araújo et al., 1983; Giordano et al., 1985; Silva Junior & Miura, 1986). Entretanto, a avaliação da resistência sob condições controladas apresenta algumas vantagens, como a rapidez na obtenção de resultados e a acuidade dos dados (Henz et al. (1987, 1988) avaliaram diferentes métodos de inoculação, optando pela perfuração do caule com alfinete entomológico na axila da

folha mais velha, depositando no local o inóculo com o auxílio de uma micropipeta.

Como a podridão-negra-das-crucíferas continua sendo uma das doenças mais nocivas para a cultura do repolho, é necessário a avaliação da resistência dos novos híbridos e cultivares que estão sendo importados. As companhias de sementes estrangeiras muitas vezes referem-se aos seus materiais como sendo "tolerantes" a *Xanthomonas campestris* pv *campestris*, o que, além de ser impreciso, não leva em consideração as diferenças ambientais entre o local onde foram obtidos e a diversidade climática que ocorre no Brasil. Muitas vezes, o comportamento destes materiais em relação à *Xcc* é de suscetibilidade ou resistência intermediária (Giordano et al., 1985; Henz et al., 1991), especialmente quando comparados com materiais altamente resistentes.

O objetivo deste trabalho foi avaliar 25 cultivares de repolho quanto à resistência à *Xanthomonas campestris* pv *campestris*, sendo treze provenientes do Japão, onze da Holanda e uma do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, com delineamento experimental em blocos ao acaso, com seis repetições, sendo cada repetição constituída por duas plantas, cultivadas em vasos com quatro litros de solo autoclavado. Foram avaliadas as seguintes cultivares: Anjar F1, Prexa F1, Empax F1, Paradix F1, Oscar F1, Hermes F1, Arixos F1, Lacorta F1, Maxim F1, Talix F1 e Exotic F1, provenientes da Holanda; New Hokuto Scarlet, YR Ranshu, YR Rampo, YR Ranju, YR Kongoh, YR Ranzan, YR 265, Ranshun-Gold, Hokuto, KKCross, Miray, Kenzan e Matsukase, oriundas do Japão; e a cv. brasileira Master AG-325.

Utilizou-se o isolado 006 de *Xanthomonas campestris* pv *campestris*, altamente virulento. O patógeno foi primeiramente cultivado em placas com meio 523 a 30°C por 48 horas, sendo posteriormente transferido para frascos de Erlenmeyer de 250 ml, contendo 50 ml de meio 523 líquido. Depois da incubação a 25°C durante 24 horas, sob agitação constante, o meio líquido com a bactéria foi centrifugado a 4.640 g (6.000 RPM) durante dez minutos, descartando-se o sobrenadante e re-suspendendo-se as células bacterianas em água destilada esterilizada. A concentração de 10⁸ UFC/ml foi obtida a partir de diluições ajustadas em espectrofotômetro (520 nm), feitas de acordo com uma curva de ca-

libração previamente determinada ($Y = 427.40 - 42.74X$, onde $Y = \% \text{ transmitância}$ e $X = \text{logaritmo da concentração}$).

As plantas foram infectadas 28 dias após a semeadura, quando apresentavam duas a cinco folhas verdadeiras, correspondendo ao estágio 2 da escala proposta por Andaloro et al. (1983). A inoculação foi feita perfurando-se o caule com um alfinete entomológico na axila da folha mais velha, depositando-se a seguir uma gota de 25 μl de inóculo. A avaliação foi feita 30 dias após, através de uma escala de notas de zero a 5 e da proporção de necrose interna do caule. A escala de notas usada foi a seguinte: 0 = folhas sem sintomas; 1 = planta com até 15% das folhas com sintomas; uma a duas lesões pequenas (até 1.5 cm \varnothing); 2 = planta com 15 a 35% das folhas com sintomas; três a cinco lesões médias (1.5-4.0 cm \varnothing); 3 = planta com 35-75% das folhas com sintomas; cinco ou mais lesões grandes e desenvolvidas (> 4.0 cm \varnothing); 4 = planta com 70 a 100% das folhas com sintomas; presença de lesões coalescidas e crestamento foliar; 5 = planta morta, podendo ocorrer podridão-mole. A necrose interna do caule (PNC) foi obtida cortando-se longitudinalmente o caule e avaliando-se a altura da necrose interna dos vasos, sendo esta dividida pela altura total do caule, variando de zero a 1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se diferença significativa na reação de resistência a *Xanthomonas campestris* pv *campestris* entre as cultivares avaliadas a 5% de probabilidade, tanto no que se refere ao critério nota como no que diz respeito à proporção de necrose

interna do caule (PNC), sendo as duas características correlacionadas positiva e significativamente ($r = 0.89^{**}$). Anteriormente, já havia sido observada a existência de correlação entre estas mesmas variáveis, com coeficientes de 0,95, 0,92 e 0,88, em três diferentes experimentos (Henz et al., 1987).

Os genótipos foram separados em quatro classes de resistência, através da análise de agrupamentos (distância euclidiana simples e método de ligações completas) nas duas características avaliadas (Tabelas 1 e 2). Comparando-se os dois agrupamentos, observa-se uma similaridade extremamente alta. Entretanto, a cv. Empax F1 foi considerada resistente no critério nota e moderadamente resistente quando avaliada por PNC. Quanto aos genótipos suscetíveis, os resultados quanto a ambos os parâmetros são idênticos.

As cultivares Master AG-325 (brasileira), Arixos F1, Maxim F1 e Empax F1 (holandesas) e YR Rambo, KKCross, Kenzan, YR 265, YR Ranshu, Ranshu Gold, YR Ranzan e YR Ranju (japonesas) foram consideradas como as mais resistentes nos dois critérios avaliados, sendo, portanto, recomendadas para cultivo em condições favoráveis à ocorrência da doença. A alta resistência da cv. Master AG-325 à *Xcc* já havia sido anteriormente comprovada (Banja & Macedo, 1984; Henz et al., 1987, 1991). Esta cultivar foi desenvolvida a partir de linhagens de repolho "Louco", o que confirma as observações feitas por Ikuta (1971), Dias (1971), Macedo et al. (1976), Giordano et al.

TABELA 1. Classes de resistência a *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* e respectivos limites de 25 cultivares de repolho, agrupadas de acordo com o critério nota.

Classe	Limites/Nota*	Nº. de indivíduos	Cultivares
Resistente	0.67-0.75	2	Empax F1, Master AG-325
Moderadamente-resistente	1.25-2.08	10	YR Rambo, KKCross, Kenzan, YR 265, YR Ranshu, Arixos F1, Ranshun Gold, Maxim F1, YR Ranzan, YR Ranju
Moderadamente-suscetível	2.25-2.92	6	Talix F1, Exotic F1, Prexa F1, Paradix F1, YR Kongoh, Anjar F1
Suscetível	3.33-4.58	7	Matsukase, Lacorta F1, Miray, New Hokuto Scarlet, Oscar F1, Hokuto, Hermes

*Notas (zero a 5): escala de 0 = plantas sem sintomas; 5 = plantas mortas e/ou com podridão-mole.

TABELA 2. Classes de resistência a *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* e respectivos limites de 25 cultivares de repolho, agrupadas de acordo com o critério proporção de necrose interna do caule (PNC).

Classe	Limites/PNC*	Nº. de indivíduos	Cultivares
Resistente	0.01-0.26	1	Master AG-325
Moderadamente-resistente	0.39-0.53	12	YR Rampo, KKCross, Kenzan, YR 265, YR Ranshu, Arixos F1, Ranshun Gold, Maxim F1, YR Ranzan, YR Ranju
Moderadamente-suscetível	0.56-0.68	7	Exotic F1, Prexa F1, Paradix F1, YR Kongoh, Anjar F1, Matsukase, Lacorta
Suscetível	0.84-0.99	5	Miray, New Hokuto Scarlet, Oscar F1, Hokuto, Hermes

* PNC (proporção de necrose interna do caule) = altura da necrose interna/altura do caule.

(1985 e 1988) a respeito da eficácia da incorporação de genes de resistência oriundos dos genótipos "Louco de Piracicaba" e "Louco", desenvolvidos pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ, a partir da década de 40. A resistência de "Louco", "Chumbinho", "União" e de várias linhagens do programa de melhoramento de repolho originárias deste material foram relatadas por Henz et al. (1987 e 1991).

As cultivares japonesas e holandesas relacionadas como resistentes neste trabalho devem ser igualmente avaliadas quanto à características agrônômicas, como produtividade, compacidade, tamanho da cabeça, precocidade e resistência à traça-das-crucíferas, sendo que este trabalho já se encontra em andamento (Melo et al., 1994). Giordano et al. (1985), Silva Junior & Miura (1986), Henz et al. (1987 e 1991), demonstraram que, embora com algumas características agrônômicas superiores, muitos híbridos importados são extremamente suscetíveis à *Xcc*, não sendo, portanto, indicados para cultivo de verão.

As cultivares Hermes F1 e Oscar F1, que foram classificadas como altamente suscetíveis nos dois parâmetros avaliados, são repolhos do tipo branco.

CONCLUSÕES

1. As cultivares Master AG-325 (brasileira); Arixos F1, Maxim F1, Empax F1 (holandesas); e

YR Rampo, KKCross, Kenzan, YR 265, YR Ranshu, Ranshun Gold, YR Ranzan e YR Ranju (japonesas) foram consideradas como as mais resistentes a *Xanthomonas campestris* pv *campestris* entre as 25 cultivares avaliadas, nas condições deste experimento.

2. O método de inoculação por micropipeta a deposição de 25 µl de inóculo (10^8 UFC/ml) e a avaliação através de escala de notas (zero a cinco) e da proporção de necrose interna do caule (PNC) são eficientes para a avaliação da resistência de brássicas a *Xanthomonas campestris* pv *campestris*.

3. O método de avaliação através da escala de notas, por apresentar alta correlação positiva ($r = 0.89^{**}$) com a proporção de necrose interna do caule (PNC), é considerado mais adequado para avaliação de genótipos, por ser de execução mais prática e rápida.

REFERÊNCIAS

- ANDALORO, J.I.; ROSE, K.B.; SHELTON, A.M.; HOY, C.M.; BECKER, R.F. *Cabbage growth stages*. Geneva: New York State Agricultural Experiment Station, 1983. 4p. (New York's Food and Life Sciences Bulletin, 101).
- ARAÚJO, M.L.; LEAL, N.R.; LIBERAL, M.T. Avaliação de cultivares e híbridos de repolho no verão do Estado do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO

- BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 22., 1983, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: SOB, 1983. p.45.
- BANJA, W.H.; MACEDO, A.A. "Master AG-325", híbrido de repolho de verão (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) resistente à podridão-negra (*X. campestris*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 24., 1984, Jaboticabal. *Anais...*, Jaboticabal: SOB, 1984. p.113.
- CHENG, S.S.; AGUIAR, J.L. Comportamento de nove híbridos de repolho na baixada do sul de Minas. *Revista de Olericultura*, Lavras, v.16, p.176-177, 1976.
- DIAS, M. de S. Produção de novas variedades de repolho de verão com tipo de planta compacta e cabeça redonda. *Revista de Olericultura*, Piracicaba, v.11, p.73, 1971.
- GIORDANO, L.B.; SILVA, N.; BUSO, J.A. União: nova cultivar de repolho para o verão. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.6, n.1, p.39, maio 1988.
- GIORDANO, L.B.; SILVA, N.; CORDEIRO, C.M.T. Experimentos comparativos entre híbridos e cultivares de repolho. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.3, n.1, p.29-31, maio 1985.
- HENZ, G.P.; GIORDANO, L.B.; MELO, P.E. Reação de genótipos de repolho a *Xanthomonas campestris* pv *campestris*. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.16, n.1, p.109-111, 1991.
- HENZ, G.P.; REIFSCHNEIDER, F.J.B.; TAKATSU, A.; GIORDANO, L.B. Identificação de fontes de resistência a *Xanthomonas campestris* pv *campestris*. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.5, n.2, p.18-20, nov. 1987.
- HENZ, G.P.; TAKATSU, A.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. Avaliação de métodos de inoculação de *Xanthomonas campestris* pv *campestris* para a detecção de fontes de resistência em brássicas. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.13, n.3, p.207-210, 1988.
- IKUTA, H. Ensaio de híbridos F1 entre linhagens S3 de repolho "Louco" e híbridos F1 japoneses. *Revista de Olericultura*, Piracicaba, v.11, p.69-70, 1971.
- IKUTA, H. Ensaio de híbridos F1 entre linhagens de repolho "Louco". *Revista de Olericultura*, Fortaleza, v.12, p.112-113, 1972.
- MACEDO, A.A.; CARRIJO, I.V.; BANJA, W.H. Avaliação de híbridos e cultivares de repolho. *Revista de Olericultura*, Lavras, v.16, p.173-175, 1976.
- MELO, P.E.; CASTELO BRANCO, M.; MADEIRA, N.R. Avaliação de genótipos de repolho para resistência à traça das crucíferas. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.12, n.1, p.19-24, maio 1994.
- MELO, P.E. de; HENZ, G.P.; GIORDANO, L. de B. Avaliação de cultivares comerciais e experimentais de repolho. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.11, n.1, p.84, maio 1993.
- NASCIMENTO, W.M.; MOREIRA, H.M.; MENEZES, J.E.; GUEDES, A.C. *Produção e importação de sementes de hortaliças no Brasil - 1986/1989*. Brasília: EMBRAPA-CNPq, 1994. 175p. (EMBRAPA-CNPq. Documentos, 10).
- REIS, W.J.P.; CASALI, V.W.D. Avaliação de híbridos de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) nacionais e importados. In: CONGRESSO ANUAL DA SOCIEDADE AMERICANA DE CIÊNCIAS - REGIÃO TROPICAL, 29., 1981, Campinas. *Anais...* Campinas: SOB, 1981. p.104-105.
- SILVA JUNIOR, A.A.; MIURA, L. *Cultivares de repolho para o verão no Litoral Catarinense*. Itajaí: EMPASC, 1986. 4p. (Pesquisa em Andamento, 54).