

SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE BATATA NO ESTÁDIO DE PLÂNTULAS PARA RESISTÊNCIA À MURCHA-BACTERIANA¹

MIRTES FREITAS LIMA², CARLOS ALBERTO LOPES³ e PAULO EDUARDO DE MELO⁴

RESUMO - Cinco populações obtidas por polinização aberta dos clones 385312-2=Pop.I, 388285-14=Pop.II, 385317-1=Pop.III, 388083-9=Pop.IV e 388307-4=Pop.V, oriundas do Centro Internacional de la Papa (CIP) e a cv. Mantiqueira (testemunha suscetível), foram utilizadas para selecionar genótipos de batata com resistência à murcha bacteriana. Sementes verdadeiras, tratadas com ácido giberélico (2000 ppm/24 h), e germinadas em solo estéril (20±1°C/16 h de fotoperíodo/10 dias), foram transplantadas no estádio cotiledonar para bandejas de isopor com células individualizadas, em casa de vegetação. Dez dias após o transplante, as bandejas não-irrigadas foram imersas, em suspensão bacteriana (10⁸ UCF/ml-10 minutos) de *Pseudomonas solanacearum*. Durante dois meses avaliou-se o número de plântulas murchas. Das 505 plântulas inoculadas, onze sobreviveram, sendo três da Pop.I e duas de cada uma das outras quatro populações. Os tubérculos das plântulas selecionadas foram testados pelo plantio em campo infestado com a bactéria. No campo, nove dos clones testados foram resistentes ou medianamente resistentes, indicando que 72,7% dos genótipos selecionados em casa de vegetação apresentaram alguma resistência em campo. Os clones com os melhores níveis de resistência foram I-1, I-2 (Pop.I) e II-1 (Pop.II). Apesar de ter havido alguns escapes (IV-1 - Pop.IV) (V-1 e V-2 - Pop.V), esta alta porcentagem (72,7%) indica que o método é eficiente na detecção de genótipos com resistência à murcha-bacteriana.

Termos para indexação: *Pseudomonas solanacearum*, murchadeira.

SCREENING OF POTATO GENOTYPES AT SEEDLING STAGE AS FOR THE RESISTANCE TO BACTERIAL WILT

ABSTRACT - Five populations obtained by open pollination of the clones 385312-2=Pop.I, 388285-14=Pop.II, 385317-1=Pop.III, 388083-9=Pop.IV, and 388307-4=Pop.V, and cv. Mantiqueira (susceptible control), were used to screen potato seedlings as for resistance to *Pseudomonas solanacearum*. True seeds, treated with gibberelic acid (2000 ppm/24 h), were sown in sterile soil. After incubation (16 h on fluorescent light/20±1°C/10 days), the seedlings were transplanted to trays with individualized cells in greenhouse. The inoculation was done by immersing the trays, without irrigation on the day of inoculation, in a bacterial suspension (10⁸ UFC/ml-10 minutes) of *P. solanacearum* ten days after transplanting. The evaluation was done by counting wilted plants during two months. Eleven plants survived from 505 inoculated seedlings in the greenhouse. The tubers obtained from selected plants were used in a field trial. In the field trial, nine clones were resistant or moderately resistant, indicating that 72.7% of the selected clones in greenhouse had some resistance level in the field. Clones I-1, I-2 (Pop.I) and II-1 (Pop.II) showed the best levels of resistance to bacterial wilt. Although subjected to escapes, the method has shown effectiveness on the selection of genotypes resistant to bacterial wilt in an early stage of a breeding program.

Index terms: *Pseudomonas solanacearum*, bacterial wilt.

INTRODUÇÃO

A murcha-bacteriana (MB), causada por *Pseudomonas solanacearum* E.F. Smith, é um fator limitante à produção de batata (*Solanum tuberosum*) em áreas tropicais e subtropicais, constituindo uma das principais doenças de batata no Brasil (Lopes et al., 1993a).

¹ Aceito para publicação em 2 de janeiro de 1996.

² Eng^a. Agr^a., M.Sc., EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), Caixa Postal 23, CEP 56300-000 Petrolina, PE.

³ Eng. Agr., Ph.D., EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (CNPH), Caixa Postal 218, CEP 70359-970 Brasília, DF.

⁴ Eng. Agr., M.Sc., EMBRAPA - CNPH.

O controle da MB é muito difícil quando altas temperatura e umidade, fatores favoráveis à doença, ocorrem durante o cultivo da batata. Deve-se considerar ainda a complexidade que envolve a sobrevivência da bactéria no solo e o seu amplo círculo de plantas hospedeiras (Kelman, 1976).

Estratégias que visem à redução de incidência da MB, como parte de um manejo integrado, são essenciais para complementar os níveis de resistência de cultivares de batata, em ambientes favoráveis à doença ou sob alta pressão de inóculo (Centro Internacional de la Papa, 1990).

Foram identificadas poucas fontes de resistência à MB em batata. Genes de resistência de *Solanum phureja* (Thurston & Lozano, 1968), *S. tuberosum* (Jaworski et al., 1980), *S. raphanifolium*, *S. chacoense*, *S. sparsipilum* e *S. microdontum* (Tung & Rasco Júnior, 1987) já foram incorporados. Existem evidências de que a resistência é influenciada por temperatura e umidade do solo, chuvas, intensidade de luz e fotoperíodo (Hayward, 1985).

A resistência de *S. phureja* à *P. solanacearum* tem sido bastante utilizada em programas de melhoramento de batata desde os anos 70. Porém, esta resistência mostrou ser inadequada em razão da alta especificidade da raça da bactéria e da sensibilidade à temperatura (Tung & Rasco Júnior, 1987). Isto foi observado nas cultivares Molinera (Centro Internacional de la Papa, 1977a) e Caxamarca (Centro Internacional de la Papa, 1977b), cuja resistência foi quebrada pela presença da raça 1, encontrada em regiões tropicais de baixas altitudes. O grau de resistência à MB parece estar associado também ao nível de adaptação do clone/população de batata a determinado ambiente. Portanto, genes que possibilitem uma melhor adaptação do genótipo a condições ambientais que predisponham à doença devem ser igualmente incorporados, para que se tenha um melhor nível de resistência (Schmiediche, 1983).

Para a identificação dos genótipos resistentes, é necessário que se disponha de um método adequado de avaliação. Métodos de inoculação em massa têm sido utilizados no estudo da resistência de batata à MB em casa de vegetação (Gonzalez et al., 1973) e em campo (Gitaitis et al., 1983). Em casa de vegetação, o método consiste na inoculação das plântulas 20 dias após o plantio, pela adição de inóculo ao

solo e posterior corte das raízes. Embora esse método seja considerado drástico pelos autores, ele permitiu a seleção de clones resistentes. Em campo, são feitos os testes extensivos em áreas naturalmente infestadas. Entretanto, as principais dificuldades dos testes em campo consistem na distribuição desuniforme do inóculo no solo e no tempo necessário para a multiplicação dos tubérculos dos clones a serem avaliados.

Este trabalho teve como objetivo verificar a viabilidade e a eficiência da seleção de genótipos de batata no estágio de plântulas obtidas de sementes verdadeiras, em casa de vegetação, com resistência à murcha bacteriana.

MATERIAL E MÉTODOS

Cinco populações de batata, obtidas por polinização aberta dos clones 385312-2=Pop.I, 388285-14=Pop.II, 385317-1=Pop.III, 388083-9=Pop.IV e 388307-4=Pop.V, foram utilizadas para selecionar genótipos a partir de plântulas obtidas de sementes verdadeiras, segundo método adaptado de tomateiro. Os clones originais foram enviados pelo Centro Internacional de la Papa e quando plantados em campo naturalmente infestado com *P. solanacearum*, todos apresentaram algum nível de resistência à MB. As sementes provenientes de polinização aberta foram obtidas no Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças.

Avaliação em casa de vegetação

Lotes de sementes verdadeiras de cada população foram tratados com solução de ácido giberélico (200 ppm por 24 h) para quebra de dormência e depois secos à temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$), por 24 h. As sementes foram distribuídas em caixas de plástico tipo 'gerbox' (20 x 20 x 5 cm - 50 sementes por caixa), contendo 200 ml de um substrato composto por solo (120 ℓ), areia (120 ℓ), esterco (40 ℓ), cal (350 g) e adubo químico 4-14-8 (300 g), autoclavado, peneirado e umedecido com água destilada (umidade próxima à capacidade de campo). As caixas foram incubadas em câmara de crescimento à temperatura de $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$, com 16 h de fotoperíodo, por dez dias. O solo foi umedecido diariamente ou quando necessário. Quando as plântulas atingiram o estágio de duas folhas cotiledonares expandidas, foram transplantadas para bandejas de isopor de 128 células (uma muda por célula de 3,6 x 3,6 cm), contendo mistura de solo estéril, em casa de vegetação ($23-40,5^{\circ}\text{C}$). Como testemunha suscetível à

MB, foi utilizada a cv. Mantiqueira, disposta em fileiras intercalares de cada população, nas bandejas.

Para inoculação, utilizou-se o isolado G-13 de *P. solanacearum*, pertencente à raça I, biovar I, obtido de plantas de batata com sintomas de MB, no CNPH/EMBRAPA. O isolado, preservado em água, foi cultivado em placas com meio Kelman, acrescido de tetrazólio (Kelman, 1954), para seleção das colônias virulentas. As placas foram incubadas a 27° C, por dois dias, na ausência de luz. Depois de identificadas as colônias virulentas, o isolado foi transferido para placas de Petri que continham meio Kelman, sem tetrazólio, a partir de colônias isoladas. As placas foram incubadas nas mesmas condições anteriormente citadas. O preparo do inóculo foi feito pela adição de água estéril a cada placa, raspagem da superfície do meio e ajuste da concentração de inóculo para 10⁸UFC/ml, em espectrofotômetro, segundo equação previamente determinada.

A inoculação consistiu na imersão das bandejas com as mudas (a irrigação fora suspensa um dia antes da inoculação) em suspensão bacteriana, por 10 minutos, dez dias após o transplântio das mudas. Em seguida, verteu-se 3 ml da suspensão por célula no colo de cada plântula. As bandejas permaneceram em casa de vegetação, onde a temperatura variou de 24 a 41°C. As bandejas foram irrigadas diariamente, de modo a manter o solo bem úmido, favorecendo, assim, a ocorrência da doença.

A avaliação da doença foi feita pela contagem do número de plântulas murchas em cada população, até a morte de todas as plantas da testemunha suscetível. Os dados foram transformados em porcentagem.

As plântulas sobreviventes e que não mostravam sintomas de murcha após mais de um mês de avaliação, foram transplantadas para vasos de 1,5 ℓ de capacidade, que continham solo autoclavado, onde a avaliação continuou por mais um período de cerca de dez dias.

As plantas sobreviventes foram identificadas como clones individuais e multiplicadas em casa de vegetação para obtenção de um número representativo de tubérculos. A multiplicação dessas plantas consistiu na quebra da dominância apical para indução das brotações laterais, corte dos brotos (7-10 cm), imersão em solução enraizadora por 30 segundos (Bryan et al., 1981) e plantio em areia estéril em casa de vegetação (temperatura média 20°C) até o enraizamento (10-15 dias). Os brotos enraizados foram transplantados para vasos em casa de vegetação para produção de tubérculos. As plantas receberam adubação foliar (Ouro Verde - 2 g/ℓ) e foram pulverizadas contra a traça (*Gnimoschema operculella*) duas vezes por semana (Cartap - 2 g/ℓ).

Para determinação do ganho de seleção obtido com a inoculação no estádio de plântulas, dois lotes de plantas

de cada população foram comparados: um lote selecionado, formado pelas plantas sobreviventes à inoculação com *P. solanacearum*, e outro, constituído por plantas não-inoculadas com a bactéria, e, portanto, não-selecionadas quanto à resistência. Entretanto, a comparação não foi possível em três das populações (II; IV e V), pelo pequeno número de sementes disponíveis.

Após a obtenção de um número representativo de tubérculos de cada clone, em casa de vegetação, os genótipos selecionados e os não-selecionados quanto à resistência à *P. solanacearum* foram multiplicados em campo na ausência do patógeno, para a obtenção de tubérculos de mesma idade fisiológica e mesmo tamanho. Os tubérculos foram mantidos em câmara fria (4°C), por quatro meses, ao final dos quais foram utilizados como sementes na avaliação da resistência à MB.

Avaliação em campo

Em campo, foram testados onze clones selecionados em relação à resistência à MB, obtidos em casa de vegetação, a partir das cinco populações iniciais, e também os dois lotes de clones não-selecionados para duas populações (I e III).

Os clones obtidos na ausência de seleção para MB foram provenientes de cinco plântulas de cada uma das duas populações (I e III), que foram plantadas em casa de vegetação e posteriormente propagadas por estaquia. A identidade das plântulas não foi mantida, e os tubérculos obtidos foram todos colhidos em um único lote por população, denominados I-0 e III-0.

Para os treze materiais, selecionados ou não, foram utilizados tubérculos de tamanho e brotos uniformes. As cultivares Achat (resistente), Mantiqueira e Baronesa (suscetíveis) foram plantadas como controle. O plantio dos materiais foi feito no CNPH/EMBRAPA, em campo experimental naturalmente infestado com a raça I, biovar I de *P. solanacearum*, em março, com colheita em julho de 1994. A área foi adubada com a fórmula 4-14-8 (2 t/ha), no sulco de plantio. Por ocasião da amontoa, foi feita uma adubação em cobertura com sulfato de amônio (300 kg/ha). Os tratos culturais executados durante o experimento foram os usuais para a região.

A avaliação da incidência da doença foi feita a partir do surgimento dos primeiros sintomas, 30 dias após o plantio, sendo efetuadas mais quatro avaliações, 37, 44, 51 e 62 dias após o plantio. Os dados foram transformados em porcentagem de plantas murchas, para cada época avaliada.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso, com cinco repetições. Cada parcela foi constituída por seis plantas dispostas em um único sulco de 1,5 m de comprimen-

to, com espaçamento de 0,5 m entre fileiras. Como bordadura, plantou-se a cv. Baronesa.

O tratamento estatístico dos dados consistiu, inicialmente, em uma análise de variância individual para cada época de avaliação, aplicando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade, para separação das médias dos genótipos. Posteriormente, executou-se a análise por componentes principais, considerando cada época de avaliação como variável. A análise de agrupamentos para identificação das classes de resistência foi feita sobre os valores do primeiro componente principal (Goth & Haynes, 1993), segundo o método de distância euclidiana simples e de ligações completas.

As condições ambientais durante o experimento foram adequadas à ocorrência da doença.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação em casa de vegetação

Das 505 plântulas inoculadas pertencentes às cinco populações, apenas onze sobreviveram, sendo três plântulas da população I e duas de cada uma das outras quatro populações. O início da manifestação dos sintomas nas plântulas ocorreu quatro dias após a inoculação, embora a avaliação só tenha sido ini-

ciada aos sete, quando as plântulas da cv. Mantiqueira (susceptível) começaram a apresentar sintomas de murcha. As avaliações (20 ao total) foram realizadas durante cerca de dois meses, quando observou-se um aumento progressivo no número de plantas murchas em cada população. Nas Pop. III, IV e V, a porcentagem de plântulas murchas nas primeiras avaliações foi maior do que em 'Mantiqueira'. Entretanto, a diferença mais marcante entre as populações ocorreu 22 dias após a inoculação, quando três grupos distinguiram-se: Pop. II (43% de plantas murchas); Pop. I (67,8%) e Pop. IV (63,7%); Pop. III (81,1%) e Pop. V (85,7%). A testemunha susceptível apresentou murcha total das plântulas (Fig. 1).

Gonzalez et al. (1973) fizeram a inoculação em plântulas de batata oriundas de sementes botânicas, com idade de 20 dias, vertendo suspensão de *P. solanacearum* no solo, com posterior corte das raízes, em casa de vegetação. Os autores observaram que, 14 dias após a inoculação, alguns genótipos apresentavam até 90% de plântulas murchas e concluíram ser este um método drástico de inoculação. O método utilizado neste trabalho, mesmo sem ferimento das raízes, também foi considerado drás-

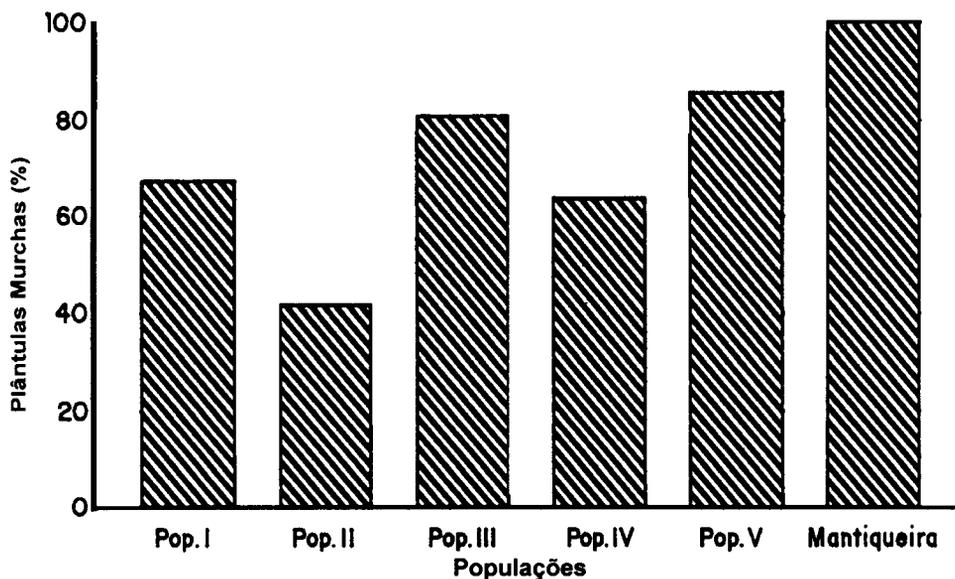


FIG. 1. Reação de cinco populações de batata à *Pseudomonas solanacearum*, em casa de vegetação, 22 dias após a inoculação. Brasília, CNPH/EMBRAPA, 1994.

tico, pois foram observadas até 98% de plântulas murchas em algumas populações, o que pode ter reduzido as chances de sobrevivência de genótipos com baixos níveis de resistência (Tabela 1). Serviu, no entanto, para limitar o número de genótipos selecionados àqueles realmente menos suscetíveis.

Após o transplante das plântulas sobreviventes para vasos, observou-se alta mortalidade. A Pop. II mostrou a menor porcentagem de sobreviventes (3,1% - duas plantas), comparada com a Pop. I (9,1% - três plantas), a Pop. IV (10% - duas plantas), a Pop. III (14,3% - duas plantas) e a Pop. V (14,3% - duas plantas). Isto pode ter ocorrido devido à associação entre a concentração de inóculo (10^8 UFC/ml), provavelmente alta para clones com baixos níveis de resistência à MB, e a lesões das raízes durante o transplante das mudas para vasos, o que, em presença da bactéria, teria causado infecção secundária das raízes, vários dias após o transplante. Segundo Dowson (1957), apesar de *P. solanacearum* poder infectar a planta também através de ferimentos na haste e estômatos, geralmente a infecção ocorre através de raízes que sofrem lesões. Este tipo de infecção foi observado por Gonzalez et al. (1973) após o transplante de plântulas de batata sobreviventes à *P. solanacearum*. Constataram ainda que a infecção ocorria de maneira mais generalizada quando a inoculação era feita em bandejas sem células individualizadas. O método de inoculação com utilização de bandeja com células individuais evita o contato entre as raízes das

plântulas, assim como previne a infecção secundária (Kelman & Sequeira, 1965).

Os números finais de indivíduos selecionados em cada uma das populações foram semelhantes entre si e em relação à testemunha (Tabela 1). Entretanto, em nenhuma das populações, este número serve de indicativo para que sejam feitas afirmações em relação aos seus níveis de resistência à MB (Tabela 1). Como as plântulas foram originadas de sementes botânicas, obtidas por polinização aberta, sabe-se que cada plântula constitui um indivíduo geneticamente distinto dos demais, e que, apesar de pertencerem a uma mesma população, podem apresentar diferentes graus de resistência à MB, dependente do rearranjo meiótico pelo qual cada um passou, assim como da origem do gameta parental masculino.

Avaliação em campo

Na análise de variância simples feita para cada época de avaliação, observou-se que houve diferença entre os genótipos em apenas duas delas: primeira e terceira. Na primeira avaliação, 30 dias após o plantio dos tubérculos, apenas os clones I-1, III-1 e as cvs. Achat (resistente) e Mantiqueira (susceptível) não apresentaram sintomas de murcha. Na terceira avaliação, 44 dias após o plantio, os clones III-2 e novamente I-1 estavam com menos de 10% de plantas murchas, enquanto o clone V-2 e a cv. Baronesa apresentaram 40 e 50%, respectivamente.

TABELA 1. Reação de cinco populações de batata à *Pseudomonas solanacearum*, quando inoculadas plântulas oriundas de sementes botânicas, em casa de vegetação. Brasília, CNPH/EMBRAPA, 1994.

População	Número de plantas ¹				Total de plantas murchas (%)
	Inoculada	Murcha	Transplant.	Sobreviv.	
Pop. I (385312-2)	116	80	33	3	97,4 ²
Pop. II (388285-14)	111	45	64	2	98,2
Pop. III (385317-1)	76	60	14	2	97,4
Pop. IV (388083-9)	104	82	20	2	98,1
Pop. V (388307-4)	98	82	14	2	97,6
Mantiqueira	315	220	95	0	100,0

¹Resultados obtidos de vinte avaliações feitas durante dois meses.

²Não-significativo, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Como a distinção entre genótipos fornecida por essa análise de variância não foi satisfatória, optou-se pela análise de componentes principais, que permite estudar conjuntamente a variabilidade dos genótipos ao longo das épocas de avaliação.

A análise de componentes principais decompôs a variabilidade dos dados obtidos em campo em cinco vetores ou componentes principais; o primeiro deles agregou 75,38% da variabilidade total, tendo sido constituído basicamente pela quarta, quinta e terceira avaliações, que representaram, nesta ordem, 29,8, 27,0 e 21,2% da variabilidade agregada no componente. Assim, identificado como altamente representativo, o primeiro componente principal passou a ser utilizado como variável de trabalho para proceder-se à análise dos dados.

O tratamento das médias para o primeiro componente principal pelo teste de Tukey ($P=0,05$) mostrou ser uma metodologia inadequada para identificação dos genótipos, em razão principalmente da superposição de médias, o que dificulta a separação dos genótipos em grupos. Efetuou-se, então, a análise de agrupamentos, em que a identificação das classes obtidas foi feita em relação ao nível de resistência da cv. Achat e de suscetibilidade de 'Baronesa' e 'Mantiqueira'.

Foram identificadas cinco classes de resistência: I=até 22,3% de plantas murchas, resistente (4 genótipos); II=de 26,1 a 28,0%, medianamente resistente (5 genótipos); III= 39,2%, medianamente suscetível, (1 genótipo); IV=de 44,9 a 51,8%, suscetível (4 genótipos); V=de 72,3 a 73,3%, altamente suscetível (2 genótipos) (Tabela 2). Quando compararam-se os grupos de resistência determinados para os clones testados em campo (Tabela 1) às cultivares de reação conhecida à MB - Achat, Baronesa e Mantiqueira -, verificou-se que a análise de agrupamento foi eficiente na separação dos clones testados. Resultados semelhantes foram obtidos por Goth & Haynes (1993) com o patossistema batata/sarna. Os clones I-1, I-2 e II-1 apresentaram baixas porcentagens de infecção: 19,1%, 21,7% e 22,3%, respectivamente (Tabela 2).

Os padrões de resistência (Achat) e a suscetibilidade (Mantiqueira; Baronesa) mantiveram-se em suas respectivas classes, posicionando-se nos grupos I, IV e V. Os resultados obtidos com

TABELA 2. Porcentagem de plantas murchas de 16 genótipos de batata em plantio em campo infestado com *Pseudomonas solanacearum*. Brasília, CNPH/EMBRAPA, 1994.

Número da população	Genótipo	Planta murcha (%)	Classe	Reação ¹
-	Achat	16,1	I	R
I	I-1	19,1	I	R
	I-2	21,7	I	R
	I-3	26,1	II	MR
	I-0	27,4	II	MR
II	II-1	22,3	I	R
	II-2	27,4	II	MR
III	III-1	39,2	III	MS
	III-2	28,0	II	MR
	III-0	44,9	IV	S
IV	IV-1	51,8	IV	S
	IV-2	27,3	II	MR
V	V-1	73,3	V	AS
	V-2	48,5	IV	S
-	Mantiqueira	47,6	IV	S
	Baronesa	72,3	V	AS

¹ Classes determinadas por análise de agrupamento das médias (método de ligações completas e distância euclidiana simples), considerando-se os componentes principais. R=resistente; MR=medianamente resistente; MS=medianamente suscetível; S=suscetível; AS=altamente suscetível.

'Achat' confirmam os obtidos por Lopes & Giordano (1983) e Lopes et al. (1993b), em que 'Achat' foi um dos genótipos mais resistentes em experimento de campo. Os padrões de suscetibilidade (Baronesa, Mantiqueira) apresentaram altas porcentagens de plantas murchas, principalmente a cv. Baronesa agrupada na classe V (altamente suscetível). A alta suscetibilidade dessa cultivar foi observada por Lopes et al. (1993b), apresentando 92% de plantas murchas em plantio em campo infestado.

As Pop. I e II apresentaram níveis significativos de resistência à MB, comparáveis ao da cv. Achat,

pois todos os clones selecionados em casa de vegetação, para essas duas populações, permaneceram nos grupos I e II, resistente e medianamente resistente (Tabela 2). Já os clones da Pop.V mostraram os maiores níveis de infecção, posicionando-se nos grupos das cvs. Mantiqueira e Baronesa (susceptíveis), enquanto os clones das Pop. III e IV distribuíram-se entre os grupos de resistência (II) e suscetibilidade (III; IV).

No caso específico da Pop. I, os clones selecionados (I-1, I-2, I-3) foram agrupados nas categorias resistente e medianamente resistente, enquanto o lote não selecionado (I-0), apesar de ter sido considerado medianamente resistente, apresentou um maior número de plantas murchas (27,4%) quando comparado aos clones selecionados I-3 (26,1%), I-2 (21,7%) e I-1 (10,1%). Isto significa que os clones selecionados apresentaram um nível de resistência superior à média da população, indicando ganho de seleção e confirmando a eficiência do método utilizado em casa de vegetação para seleção de genótipos resistentes. O agrupamento dos clones obtidos na ausência de seleção (I-0) na classe II, por sua vez, poderia indicar que fatores genéticos de resistência à MB na população estariam tão fixados que, mesmo na ausência de seleção direcionada, permaneceriam presentes. Entretanto, não se deve esquecer que este lote de clones (I-0) foi obtido inicialmente a partir de cinco plântulas, o que é insuficiente para representar a variabilidade presente na família, e que estas plântulas foram multiplicadas sem que sua identidade fosse mantida. Portanto, não há como assegurar quantos dos cinco genótipos iniciais foram efetivamente representados nas parcelas de campo. Mesmo assim, o nível de resistência apresentado, aliado ao fato de os tubérculos terem sido tomados aleatoriamente dentro da população, pode ser um forte indicativo de que a Pop. I contenha genes de resistência à MB.

Como a Pop. I, a Pop. III teve um lote de tubérculos obtidos na ausência de seleção (III-0). Ao contrário da Pop.I, porém, o lote de clones não-selecionados da Pop. III (III-0) comportou-se como suscetível, com 44,9% de plantas murchas, em comparação com os clones selecionados da mesma população III-1 (39,2%) e III-2 (28,0%), medianamente suscetível e medianamente resistente, respectiva-

mente. Embora o clone III-1 tenha sido agrupado na classe medianamente suscetível, ainda assim apresentou um menor número de plantas murchas em relação ao lote não-selecionado, indicando, como na Pop. I, haver ganho de seleção. Isto vem confirmar que o método utilizado de seleção de genótipos em casa de vegetação foi eficiente na identificação de genótipos resistentes também na Pop. III, uma população com fatores nem tão expressivos de resistência quanto a Pop. I. Entretanto, assim como no caso da Pop. I, não se conhece a estrutura genética dos lotes de tubérculos obtidos sem seleção para a Pop. III que foram levados a campo.

Os clones V-1 (73,3% de plantas murchas) e V-2 (48,5%) da Pop.V e IV-1 (51,8%) da Pop. IV, selecionados quanto a MB, foram agrupados nas categorias suscetível e medianamente suscetível, respectivamente, situando-se nas mesmas classes dos padrões de suscetibilidade 'Mantiqueira' (47,6%) e 'Baronesa' (Tabela 2). Embora seja pouco provável, estes clones podem ser considerados escapes, fenômeno que ocorre com certa frequência quando inoculações são feitas em solo.

Dos onze clones selecionados em casa de vegetação, no estádio de plântulas, três foram considerados resistentes e cinco medianamente resistentes, quando em plantio em campo infestado com *P. solanacearum*. Em termos de porcentagem, isto significa que 72,7% dos genótipos selecionados em casa de vegetação apresentaram níveis significativos de resistência em campo.

Os resultados indicam, portanto, que a seleção de plântulas de batata com relação à resistência à *P. solanacearum*, através da inoculação em plântulas em casa de vegetação, é um método eficiente na identificação de genótipos resistentes à MB. Entretanto, isto representa apenas 27,3% do total de clones selecionados em casa de vegetação.

Embora o número de plantas selecionadas tenha sido baixo, representado por apenas 2,2% do número total de plântulas que receberam inoculação em casa de vegetação, o método é considerado útil, por possibilitar a avaliação simultânea de um grande número de genótipos. Outras vantagens são a redução de espaço, tempo, mão-de-obra e material gastos nas avaliações tradicionais feitas em campo, que compreendem um período de tempo de até 80 dias, en-

tre o plantio dos tubérculos e a última avaliação, além do período requerido para a multiplicação e brotação da batata-semente. A rápida avaliação de um grande número de genótipos em casa de vegetação contribui também para a redução do número inicial de genótipos a serem avaliados em campo, nas fases primárias de programas de melhoramento.

CONCLUSÕES

1. Houve ganho de seleção nas Pop. I e Pop. III, cujos níveis de resistência dos clones selecionados quanto à murcha-bacteriana foram superiores às médias das respectivas populações.

2. Todos os clones das Pop. I e Pop. II, selecionados em relação à murcha-bacteriana em casa de vegetação, apresentaram níveis significativos de resistência em campo, agrupando-se nas classes resistente e medianamente resistente, respectivamente.

3. Os padrões 'Achat', 'Mantiqueira' e 'Baronesa' mantiveram-se, em suas respectivas classes, resistente e suscetíveis à murcha-bacteriana, respectivamente.

4. Os clones V-1 e V-2 da Pop. V e o clone IV-1 da Pop. IV, agrupados nas categorias suscetível e medianamente suscetível, respectivamente, podem ser considerados escapes, fenômeno que ocorre com certa frequência em inoculações feitas no solo.

5. 72,7% dos genótipos selecionados em casa de vegetação foram resistentes ou medianamente resistentes à murcha-bacteriana em campo.

6. O método de inoculação em plantas de batata no estágio de plântulas com *Pseudomonas solanacearum* é um método útil e eficiente, possibilitando a avaliação simultânea de um grande número de plantas.

REFERÊNCIAS

- BRYAN, J.E.; JACKSON, M.T.; QUEVEDO, B.M.; MELENDEZ, G. N. **Esquejes de tallo juvenil, una técnica de multiplicación rápida de papa**. Lima: CIP, 1981. 8p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. **Papa variedad "Molinera"**: "Molinera" variedad de papa resistente a la marchitez bacteriana y la rancha. Lima: CIP, 1977a. (CIP. Informe Especial, 57).
- CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. **Papa variedad "Caxamarca"**: "Caxamarca" (Chaucha-Mejorada) nueva variedad de papa resistente a la marchitez bacteriana y la rancha. Lima: CIP, 1977b. (CIP. Informe Especial, 49).
- CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. **Enfermedades de la papa: Control de enfermedades bacterianas y fungosas - marchitez bacteriana. Informe Anual CIP 1990**. p.80-87.
- DOWSON, W.J. **Plant diseases due to bacteria**. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University, 1957. 231 p.
- GITAITIS, R.D.; GHATE, S.R.; JAWORSKI, C.A.; PHATAK, S.C. Evaluation of a mass inoculation method of potatoes with *Pseudomonas solanacearum*. **American Potato Journal**, v.60, n.8, p.625-630, 1983.
- GONZALEZ, L.C.; SIQUEIRA, L.; ROWE, P.R. A root inoculation technique to screen potato seedlings for resistance to *Pseudomonas solanacearum*. **American Potato Journal**, v.50, n.3, p.96-104, 1973.
- GOTH, R.W.; HAYNES, H.G. Evaluation and characterization of advanced potato breeding clones for resistance to scab by cluster analysis. **Plant Disease**, v.77, n.9, p.911-914, 1993.
- JAWORSKI, C.A.; WEBB, R.E.; GOTH, R.W.; PHATAK, S.C. Relative resistance of potato cultivars to bacterial wilt. **American Potato Journal**, v.57, n.4, p.159-165, 1980.
- HAYWARD, A.C. Bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum* in Asia and Australia: an overview. In: PERSLEY, G.J. **Bacterial wilt disease in Asia and the South Pacific**: proceedings of an international workshop held at PCARRD, 1985, Los Baños, Philippines. Canberra: ACIAR, 1985. p.15-24. (ACIAR Proceedings, 13).
- KELMAN, A. The relationship of pathogenicity in *Pseudomonas solanacearum*. **Phytopathology**, v.44, n.12, p.693-695, 1954.
- KELMAN, A.; SEQUEIRA, L. Root-to-root spread of *Pseudomonas solanacearum*. **Phytopathology**, v.55, p.304-309, 1965.
- KELMAN, A. Mission of the Conference. In: SEQUEIRA, L.; KELMAN, A. (Ed.). **Proceedings of the First International Planning Conference and Workshop on the Ecology and Control of**

- Bacterial Wilt Caused by *Pseudomonas solanacearum*.** Raleigh: North Carolina State University, 1976. p.1-5.
- LOPES, C.A.; BUSO, J.A.; ACCATINO, P. Screening CIP potato germplasm for resistance to bacterial wilt in Brazil: methods and preliminary results. **Bacterial Wilt Newsletter**, v.9, p.3-5, 1993a.
- LOPES, C.A.; GIORDANO, L. de B. Avaliação da resistência de 8 clones e 3 cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.) à murcha bacteriana causada por *Pseudomonas solanacearum*. **Horticultura Brasileira**, v.1, n.1, p.33-35, 1983.
- LOPES, C.A.; LIMA, B.J.C.; BUSO, J.A. Reaction of brazilian potato varieties to bacterial wilt, 1990.
- Biological and Cultural Tests for Control and Plant Diseases**, v.8, p.38, 1993b.
- SCHMIEDICHE, P. Breeding potatoes for resistance to bacterial wilt (*Pseudomonas solanacearum*). In: HOOKER, W.J. (Ed.). **Research for the potato in the year 2000**. Lima: CIP, 1983. 6p.
- THURSTON, H.D.; LOZANO, J.C. Resistance to bacterial wilt of potatoes in Colombian clones of *Solanum phureja*. **American Potato Journal**, v.45, n.2, p.51-55, 1968.
- TUNG, P.X.; RASCO JÚNIOR, E.T. Bacterial wilt resistance in potato populations with multiple sources of resistance and adaptation. **Bacterial Wilt Newsletter**, v.2, p.3-5, 1987.