

Seleção de clones de batata resistentes à pinta preta e tolerantes ao calor

Gustavo André Simon¹
César Augusto Brasil Pereira Pinto²
Eduardo de Souza Lambert³
Mário Alejandro Andreu⁴

RESUMO

As condições climáticas, em algumas safras e regiões de cultivo da batata, no Brasil, influenciam negativamente no rendimento e qualidade de tubérculos e favorecem a infecção e disseminação da pinta preta (*Alternaria solani* Sorauer). Este estudo objetivou identificar clones que associem alto nível de resistência à pinta preta e tolerância ao calor. Estabeleceram-se três experimentos, sendo um na safra da seca no delineamento látice simples 14 x 14 e dois na safra das águas no delineamento látice 9 x 9 com três repetições, sendo um na ausência e o outro na presença da pinta preta. Estimaram-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e o índice de seleção para diferentes condições ambientais. A seleção indireta, considerando tolerância ao calor e resistência à pinta preta não é indicada, em decorrência dos baixos valores de correlação entre elas. Identificaram-se clones com alto nível de resistência à pinta preta, superando o cultivar Aracy, considerada padrão de resistência. Observaram-se clones que associaram tolerância ao calor e alto nível de resistência à pinta.

Palavras chave: *Solanum tuberosum*, melhoramento genético, *Alternaria solani*, tolerância a estresse térmico.

ABSTRACT

Potato clones selection for early blight resistance and heat tolerance

Environmental conditions during some growing seasons and regions in Brazil reduce potato tuber yield and quality and also favor infection and spread out of diseases such as early blight. The objective of this study was to identify potato clones that associated high levels of resistance to early blight with heat stress tolerance. Three experiments were conducted, one during the winter season in a simple 14 x 14 lattice design, and the other two during the raining season, in a 9 x 9 lattice design with three replications. *Alternaria solani* was infected in one of these experiments while the other was kept free from the pathogen. Besides ANOVA, the area under the disease progress curve (AUDPC) and selection indices were estimated for different environmental conditions. Results indicated no association between early blight resistance and heat tolerance. Three clones were identified showing heat tolerance and also with high levels of resistance to early blight.

Key words: *Solanum tuberosum*, genetic breeding, *Alternaria solani*, heat stress tolerance.

Recebido para publicação em setembro de 2007 e aprovado em fevereiro de 2009

¹ Faculdade de Agronomia, Pós Graduação em Produção Vegetal, Universidade de Rio Verde, Rio Verde, Goiás.

² Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras, CP 3037, 37200-000 Lavras – MG. Autor para correspondência – E-mail: cesarbrasil@ufla.br

³ Embrapa Soja, Campo Experimental de Balsas, Balsas, Maranhão.

⁴ Andreu Alimentos Exportadora de Batata. Provincia de Misiones, Argentina.

INTRODUÇÃO

Em função da suscetibilidade às doenças foliares, a cultura da batata necessita de controle químico para que sua produção seja economicamente viável. Entre as doenças fúngicas mais importantes, em especial para as condições tropicais, está a pinta preta, causada pelo fungo *Alternaria solani* Sorauer. A resistência à pinta preta é um caráter tipicamente quantitativo, caracterizado como redutor da taxa de infecção ou resistência horizontal (Christ & Haynes, 2001), resistência parcial ou quantitativa (Parlevliet, 1979) e resistência geral (Shtienberg & Fry, 1990).

O conhecimento do controle genético da resistência é importante para que o melhoramento possa ser realizado de maneira rápida e efetiva, visando à obtenção de clones com níveis elevados de resistência. A ocorrência de efeitos gênicos aditivos e não aditivos foi constatada por Brandolini (1992) e Gopal (1998). Martins & Pinto (1996) observaram que a capacidade geral de combinação foi mais importante no controle genético, realçando a predominância de variância genética aditiva. A herança da resistência à pinta preta foi estudada também em batatas diplóides (2x), principalmente por servirem como fontes alternativas de alelos para serem transferidos para a batata tetraplóide (4x). Neste caso, o efeito gênico aditivo predominou nos estudos realizados em híbridos 4x-2x (Herriot *et al.*, 1990) e na primeira geração de retrocruzamento com *S. tuberosum* (Christ & Haynes, 1997).

As mesmas condições climáticas que são favoráveis à pinta preta, também são limitantes à cultura da batata, principalmente no que diz respeito às temperaturas mais elevadas (Prange *et al.*, 1990). Do total da área cultivada com batata no Brasil, mais da metade é realizada no período das águas, ocasião em que freqüentemente ocorrem temperaturas elevadas (Filho & Mazzei, 1996). Nestas condições, além da maior disseminação de doenças, ocorre atraso no início da tuberização (Prange *et al.*, 1990), maior desenvolvimento vegetativo da planta, redução da produtividade (Sarquis *et al.*, 1996) e do teor de matéria seca dos tubérculos (Menezes *et al.*, 2001), bem como aumento da incidência de desordens fisiológicas, reduzindo a sua qualidade comercial. A seleção de clones tolerantes ao calor tem sido realizada, contudo, visando principalmente ao aumento do rendimento e do peso específico de tubérculos, a porcentagem de tubérculos graúdos e redução na porcentagem de tubérculos com desordens fisiológicas (Lambert, 2004).

O objetivo deste trabalho foi selecionar clones com alto nível de resistência à pinta preta e tolerantes ao calor.

MATERIAL E MÉTODOS

Três ensaios foram conduzidos na área experimental do Departamento de Biologia da UFLA, no município de Lavras, MG. Em todos os ensaios utilizaram-se os cultivares Monalisa, Asterix, Bintje e Aracy como testemunhas. No ensaio da safra da seca (maio a agosto de 2003), foram avaliados 192 clones de segunda geração clonal (designados GSI) no delineamento experimental de látice simples 14 x 14 e parcelas de duas plantas espaçadas de 0,30 x 0,80 m.

Na safra das águas (dezembro de 2003 a abril de 2004) foram instalados dois experimentos contíguos e similares, contendo 77 clones de terceira geração, selecionados por aparência externa dos tubérculos do experimento anterior. Um dos experimentos foi inoculado com *Alternaria solani* e não foi submetido à aplicação de fungicidas. As inoculações foram realizadas aos 55 e 65 dias após o plantio (DAP), seguindo a metodologia de Reifschneider (1987). Foram incluídas bordaduras internas com a Monalisa, cultivar suscetível a pinta preta, para facilitar a disseminação do patógeno. O outro experimento foi conduzido para avaliação da tolerância ao calor, no qual foi realizado controle de doenças pela aplicação de fungicidas apropriados à cultura. Ambos foram estabelecidos no delineamento de látice 9 x 9, com três repetições e parcelas de duas plantas espaçadas de 0,30 x 0,80 m.

Em todos os experimentos foram avaliados o ciclo vegetativo (número de dias da emergência à seca natural das ramas, considerando a data em que 50% das plantas da parcela estavam emergidas na data de emergência e secas na data de senescência); a massa total de tubérculos por planta (g planta^{-1}); a porcentagem de tubérculos graúdos (tubérculos com diâmetro maior que 45 mm); o peso específico de tubérculos e a sua aparência externa (considerando o formato, coloração e aspereza de película e profundidade de olhos; atribuindo notas variando de 1 para tubérculos com má aparência a 5 para tubérculos com ótima aparência). O nível de resistência de campo à pinta preta foi avaliado independentemente por três avaliadores, aos 85 e 95 DAP; somente no experimento com presença da pinta preta (experimento inoculado), utilizou-se a escala diagramática de Reifschneider (1987). As notas foram dadas de acordo com a porcentagem de área com tecido lesionado, numa escala variando de 1 a 5 (1 = 0%; 2 = 1%-25%; 3 = 26%-50%; 4 = 51%-75% e 5 = 76%-100%). A média das três notas foi utilizada para estimar a área abaixo da curva de progressão da doença (AACPD), empregando-se o método de Shaner & Finney (1977).

$$\text{AACPD} = \sum_{i=1}^n [(Y_{i+1} + Y_i)/2] [X_{i+1} - X_i],$$

em que Y_i é a severidade da doença (nota por parcela em %) na i ésima observação; X_i é o tempo (dias) na i ésima observação e n é o número total de observações.

Foram realizadas análises de variância para todos os caracteres avaliados. Para a seleção dos clones superiores, utilizou-se o índice obtido, com base na soma de pontos (Mulamba & Mock, 1978), em ambos os experimentos da safra das águas. Os caracteres usados para a construção das médias do índice foram massa de tubérculos por planta; porcentagem de tubérculos graúdos e peso específico de tubérculos. No experimento conduzido na ausência de pinta preta foi considerada também a aparência externa dos tubérculos.

A partir das esperanças dos quadrados médios das análises de variância, foram estimadas as variâncias genéticas (σ^2_G), fenotípicas ($\sigma^2_G + \sigma^2_e$) e ambientais (σ^2_e) conforme Vencovsky & Barriga (1992), bem como as herdabilidades no sentido amplo e as correlações fenotípicas. Para auxiliar na discriminação de clones tolerantes ao calor e responsivos à melhoria do ambiente, estimou-se o índice de seleção conforme a expressão de Parentoni *et al.* (2001):

$$I_4 = \frac{(pe_i * pa_i)}{\bar{pe} * \bar{pa}},$$

em que pe_i é média para a característica do genótipo i na safra das águas, sem pinta preta (estresse de temperaturas elevadas); pa_i é média para a característica do genótipo i na safra da seca (sem estresse de temperaturas elevadas); \bar{pe} é média de todos os genótipos sob condições de estresse térmico; \bar{pa} é média de todos os genótipos na ausência de estresse térmico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorreram diferenças significativas ($P < 0,01$) para todos os caracteres no experimento conduzido na presença de inoculação (Tabela 1), inclusive para a área abaixo da curva de progresso da doença, demonstrando a existência de variabilidade entre os clones avaliados. As herdabilidades variaram de moderadas a altas (0,67 a 0,85) para

produção de tubérculos e porcentagem de tubérculos graúdos, respectivamente. A herdabilidade para a AACPD (0,76) mostrou-se semelhante aos valores relatados na literatura (Christ & Haynes, 2001) e sua magnitude permite prever ganhos significativos com a seleção. Este caráter tem sido utilizado como um dos principais critérios para discriminar o nível de resistência de diferentes clones (Christ & Haynes, 2001). Na Tabela 2, estão representados os resumos das análises de variância do experimento conduzido na ausência da doença. Observa-se que houve diferença significativa ($P < 0,01$) para todas as características, o que evidencia a existência de variabilidade genética quanto à tolerância ao fator de estresse provocado pelas altas temperaturas.

Também são apresentadas as médias do ensaio, o coeficiente de variação ambiental, a herdabilidade no sentido amplo e a relação entre o coeficiente de variação genético e coeficiente de variação ambiental para os caracteres (Tabelas 1 e 2). Apesar das altas magnitudes dos CV's observados para a maioria das características, os resultados possibilitam inferir sobre a alta confiabilidade dos dados obtidos neste trabalho, tendo em vista que estes valores de CV's são comuns em experimentos de batata e estão de acordo com relatos de outros autores. Em ambos os experimentos das águas observou-se maior relação CV_G/CV_e na característica porcentagem de tubérculos graúdos, vislumbrando desta forma uma maior eficiência no processo de seleção.

A média geral para produção de tubérculos do experimento, conduzido na ausência de pinta preta (Tabela 2), foi aproximadamente 14% superior ao experimento conduzido na presença da doença. A redução no rendimento de tubérculos, provavelmente, não foi maior devido à doença ter ocorrido mais no final do ciclo vegetativo e, principalmente, pelo fato de esses clones apresentarem, em sua genealogia, genótipos com alto grau de resistência à pinta preta. As demais características não foram afetadas drasticamente pela incidência da doença. Quanto

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as características produção de tubérculos, peso específico de tubérculos, aparência externa de tubérculos, porcentagem de tubérculos graúdos e AACPD, na presença de pinta preta, safra das águas.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio				
		Produção de tubérculos (g/planta)	Peso específico de tubérculos	Aparência de tubérculos	% de tubérculos graúdos	AACPD #
Clones	80	337364,07 **	$2,00 \times 10^{-4}$ **	0,73 **	1186,12 **	17441,3 **
Erro	136	112470,54	$5,15 \times 10^{-5}$	0,21	180,91	4255,1
Média	-	1068,09	1,0610	1,94	58,17	218,83
CV	-	30,16	0,67	23,86	23,12	29,81
h^2_a	-	0,67	0,74	0,71	0,85	0,76
CV_G/CV_e	-	0,82	0,98	0,91	1,36	1,02

** significativo a 1 % de probabilidade, pelo teste F. # Área abaixo da curva de progresso da doença.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as características produção de tubérculos, peso específico de tubérculos, aparência externa de tubérculos, porcentagem de tubérculos graúdos e índice de soma de postos, na ausência de pinta preta, safra das águas.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio				
		Produção de tubérculos (g/planta)	Peso específico de tubérculos	Aparência de tubérculos	% de tubérculos graúdos	Índice Mulamba e Mock
Clones	80	862898,15 **	$1,75 \times 10^{-4}$ **	0,56 **	858,97 **	8534,12 **
Erro	136	334995,97	$5,15 \times 10^{-5}$	0,24	209,57	2458,11
Média	-	1219,65	1,0618	1,71	61,58	174,59
CV	-	47,21	0,70	28,39	23,51	28,40
h^2_a	-	0,61	0,71	0,57	0,76	0,71
CV_G/CV_e	-	0,72	0,89	0,67	1,02	0,91

** significativo a 1 % de probabilidade, pelo teste F.

ao efeito das temperaturas elevadas, observou-se redução de apenas 2,1% na produção de tubérculos, comparada com a da safra da seca. Por outro lado, ocorreu redução de 22,7% na porcentagem de tubérculos graúdos e de 0,010 unidades de peso específico nos tubérculos. Esta redução no peso específico, que representaria cerca de 2% no teor de matéria seca dos tubérculos, é significativa em termos de qualidades culinárias.

Observa-se valor negativo e altamente significativo entre AACPD e ciclo, na análise de correlação fenotípica entre caracteres agrônômicos (Tabela 3), indicando que os clones com ciclo vegetativo mais longo apresentam níveis mais elevados de resistência à pinta preta, corroborando os resultados obtidos por outros pesquisadores. Alguns autores consideram que a resistência à pinta preta não se trata de resistência genética verdadeira, mas que ela é atribuída ao ciclo vegetativo da planta (Douglas & Pavék, 1972). Apesar de este fato ocorrer com frequência, não se pode afirmar que não exista resistência genética, tendo em vista que os resultados deste trabalho evidenciam existir clones com alto nível de resistência e com ciclo inferior a 100 DAE. Dessa maneira, a solução apontada por alguns pesquisadores é a seleção de clones com maturação intermediária e com nível de resistência semelhante ao de clones mais tardios.

No intuito de estabelecer um critério para visualização e interpretação dos resultados dos ensaios conduzidos nas safras da seca e de verão (safra das águas), foi estabelecida uma tabela das médias de produção de tubérculos por planta e peso específico de tubérculos na presença e na ausência de estresse ambiental e o respectivo índice de seleção, empregado para diferentes ambientes, dos 12 clones coincidentes no quadrante I das figuras 1 e 2 (Tabela 4).

As diferenças entre as médias de produção obtidas na safra das águas e as da safra da seca foram relativamente pequenas, contrariando o que normalmente é observado, em que as médias dos tratamentos sob estresse ficam bem abaixo das obtidas em ambiente favorável. Neste caso específico, as pequenas diferenças devem-se, principalmente, ao fato de terem sido avaliados clones derivados de parentais altamente tolerantes ao calor. Outro motivo está relacionado com as condições climáticas no período do desenvolvimento do ensaio das águas, o qual apresentou temperaturas amenas durante o dia e mais baixas durante a noite.

Entre os clones que se destacaram na safra da seca, em relação à característica produção de tubérculo por planta, é possível identificar alguns com maior potencial produtivo que outros, na safra das águas. O objetivo da pesquisa nem sempre se limita à identificação de clones que

Tabela 3. Coeficientes de correlação fenotípica entre médias dos tratamentos para características agrônômicas, na safra das águas, do experimento conduzido na ausência da doença e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) do experimento conduzido na presença da doença.

	Produção de tubérculos (g/planta)	Peso específico de tubérculos (PET)	% de tubérculos graúdos (PTG)	Aparência externa (AE)	Ciclo
PET	0,3450 **				
PTG	0,3519 **	-0,0462			
AE	0,0616	0,0413	0,1591		
Ciclo	0,2588 **	0,3662 **	-0,1942	-0,3716 **	
AACPD	-0,0070	-0,1200	0,2030	0,3440 *	-0,5150 **

** e * significativo, a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste de t, respectivamente.

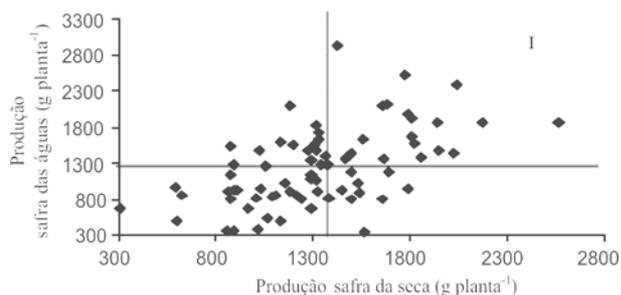


Figura 1. Relação entre médias de produção de tubérculos dos clones na condição favorável (eixo x) e sob estresse de temperaturas elevadas (eixo y)

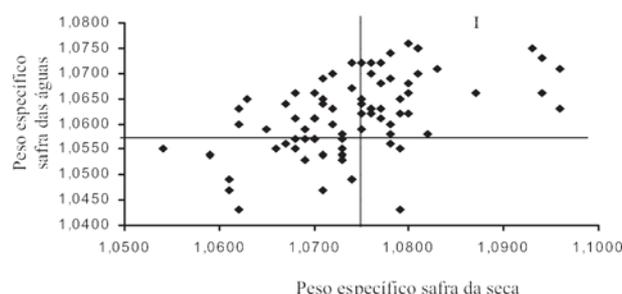


Figura 2. Relação entre médias de peso específico de tubérculos na condição favorável (eixo x) e sob estresse de temperaturas elevadas (eixo y)

Tabela 4. Médias de produção de tubérculos por planta e peso específico de tubérculos na presença (PE) e ausência de estresse ambiental (AE), respectivamente da safra das águas de 2004 e inverno de 2003, de doze clones coincidentes no quadrante I das figuras 1 e 2, com os respectivos índices de seleção (IS)

Clones 'GSI'	Produção (g/planta) (PE)	Produção (g/planta) (AE)	IS	Peso específico (PE)	Peso específico (AE)	IS
1-14	1517	873	0,83	1,0760	1,0750	1,02
1-23	892	1540	0,86	1,0660	1,0860	1,02
5-18	1975	1793	2,23	1,0680	1,0790	1,01
5-24	1425	2028	1,82	1,0650	1,0830	1,01
6-07	1467	1272	1,17	1,0690	1,0740	1,00
8-03	1583	1134	1,13	1,0630	1,0750	1,00
9-02	1708	1336	1,44	1,0630	1,0800	1,00
9-08	1283	1338	1,08	1,0710	1,0890	1,02
12-03	908	1182	0,68	1,0580	1,0770	1,00
12-04	1142	871	0,63	1,0640	1,0720	1,00
12-21	375	1019	0,24	1,0560	1,0750	1,00
12-29	1533	1199	1,16	1,0640	1,0680	1,00

sejam altamente tolerantes ao calor, mas sim, à seleção de clones que apresentem esta característica e sejam responsivos à melhoria ambiental. Neste aspecto, o índice de seleção estimado auxilia consideravelmente na identificação e seleção de clones promissores.

A visualização dos resultados torna-se mais clara plotando-se as médias das variáveis ou o índice de seleção em um gráfico (Lambert, 2004). Foram plotadas as médias de produção de tubérculos dos clones no ambiente favorável no eixo x e as médias no ambiente de estresse no eixo y (Figura 1). Duas retas cortam os eixos x e y, considerando, respectivamente, a média na safra da seca dos clones selecionados e a média do experimento conduzido na ausência da pinta preta, na safra das águas. Com isso, criaram-se quatro quadrantes, à semelhança do índice apresentado por Nicholaidis & Piha (1987), citados por Parentoni *et al.* (2001). A partir deste gráfico é possível visualizar quais clones são responsivos à melhoria ambiental e que possuem médias altas no ambiente desfavorável, visto no quadrante I da Figura 1.

Da mesma forma que foi observado por Menezes *et al.* (2001), na sua maioria, os melhores clones para a safra da

seca não apresentaram comportamento equivalente na safra das águas. Este padrão de comportamento indica que os alelos que controlam a produção em ambientes favoráveis não são os mesmos que controlam a produção sob estresse (Cecarelli *et al.*, 1992).

Os 24 clones "GSI" localizados no quadrante I, produtivos no ambiente sob estresse e responsivos à melhoria ambiental são os seguintes: 12-03, 2-18, 12-21, 1-23, 1-17, 12-02, 8-03, 1-14, 6-07, 5-26, 5-18, 12-27, 12-04, 1-06, 5-10, 12-41, 5-24, 12-31, 10-01, 9-02, 12-06, 9-08, 5-34 e 12-29. Todos estes clones apresentaram valores de índice de seleção superior a um, o que reforça sua qualidade em relação ao caráter produção de tubérculo por planta.

A mesma ferramenta foi utilizada para visualização dos resultados referentes ao caráter peso específico de tubérculos (Figura 2). Nesta característica, pequenas diferenças, tanto na média como no índice de seleção, representam considerável valor qualitativo. Cada aumento de 0,005 unidade no peso específico representa cerca de 1% no teor de matéria seca de tubérculos, sendo desejáveis genótipos com valores acima de 20% de matéria seca.

Neste caso, os 29 clones “GSI” localizados no quadrante I, os quais apresentaram índice de seleção para peso específico de tubérculos igual ou superior a um, são os seguintes: 1-02, 1-05, 1-10, 1-14, 1-15, 1-23, 2-05, 4-05, 5-04, 5-13, 5-16, 5-18, 5-24, 6-02, 6-03, 6-07, 7-08, 8-03, 8-04, 9-02, 9-08, 9-09, 11-03, 11-04, 12-03, 12-04, 12-21, 12-23 e 12-29.

Para ser mais criterioso no processo de identificação de clones tolerantes ao calor e responsivos ao ambiente favorável, deve-se considerar os clones localizados no quadrante I coincidentes, ou seja, tanto no gráfico de produção de tubérculos por planta (Figura 1), como no gráfico de peso específico de tubérculos (Figura 2). Os 12 clones “GSI” coincidentes são os seguintes: 1-14, 1-23, 5-18, 5-24, 6-07, 8-03, 9-02, 9-08, 12-03, 12-04, 12-21 e 12-29.

Em relação à associação entre resistência à pinta preta e tolerância ao calor, foram plotadas as informações a respeito da resistência à pinta preta, medida pela área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) em relação aos clones com maior tolerância ao calor, medido pelo Índice de Mulamba & Mock (1978) com dados da safra das águas (Figura 3). Foram plotadas as médias de AACPD no eixo x e o índice da soma de pontos no eixo y. Duas retas cortam os eixos x e y, respectivamente na média do cultivar padrão de resistência Aracy e na média do ensaio conduzido na safra das águas na ausência de pinta preta. Dessa forma, os clones com maior nível de resistência à pinta preta e com alto grau de tolerância ao calor, localizados no quadrante I, são facilmente identificados.

Os 13 clones localizados no quadrante I (Figura 3) são os seguintes: 1-15, 4-05, 5-04, 5-10, 5-16, 5-24, 5-33, 8-04, 9-09, 12-03, 12-04, 12-23, 12-32. É relativamente pequeno o número de clones que apresentam associação entre as duas características. Esta indicação é reforçada pelos resultados de correlação fenotípica mostrados na Tabela 5.

Os resultados de correlação fenotípica indicam não haver associação entre resistência à pinta preta e tolerância ao calor, em virtude dos baixos valores. Mesmo havendo significância da correlação entre AACPD e aparência externa de tubérculos, o valor é relativamente baixo.

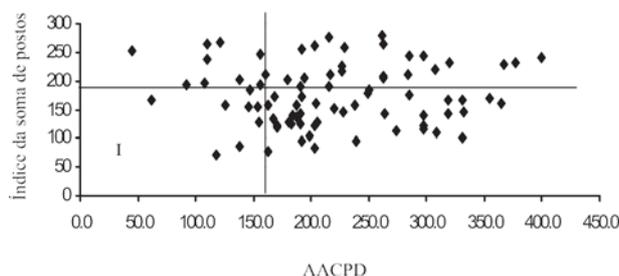


Figura 3. Relação entre médias da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) (eixo x) e índice da soma de pontos (safra das águas) (eixo y)

Tabela 5. Coeficientes de correlação fenotípica entre as médias de área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e os índices de seleção para a produção de tubérculos, porcentagem de tubérculos graúdos, aparência externa e índice da soma de pontos na safra das águas.

	AACPD
Produção de tubérculos	-0,035
Porcentagem de tubérculos graúdos	0,212
Peso específico de tubérculos	-0,099
Aparência externa de tubérculos	0,325*
Índice de Mulamba e Mock (1978)	0,046

* significativo, a 1 % de probabilidade, pelo teste de t.

Além disso, o que dificulta o trabalho de melhoramento com o objetivo de selecionar clones, que associem ambas características, é o insignificante número de clones que apresentaram tanto níveis consideráveis de resistência à pinta preta e tolerância ao calor e que comportam-se de forma responsiva à melhoria ambiental. Neste aspecto, apenas três clones são consistentes, são eles: GSI 5-24, GSI 12-03 e GSI 12-04.

Dessa forma, fica claro que, por não haver associação entre os caracteres tolerância ao calor e resistência à pinta preta, são distintos os genes que controlam ambas as características. Sendo assim, a pesquisa com melhoramento genético terá mais progresso quando realizada de forma criteriosa, considerando os dois fatores individualmente. Tendo em vista a importância da busca por clones que se adaptem às condições climáticas brasileiras, preconiza-se a seleção para materiais com maior nível de tolerância ao calor e, dentre estes, os com considerável resistência à pinta preta.

CONCLUSÕES

A seleção indireta, considerando tolerância ao calor e resistência à pinta preta, não é indicada.

Foram selecionados três clones que associaram tolerância ao calor, responsividade e alto nível de resistência à pinta preta.

REFERÊNCIAS

- Brandolini A (1992) Genetical variation for resistance to *Alternaria solani* in an advanced population of potatoes. *Annals of Applied Biology*, 120:353-360.
- Cecarelli S, Grando S & Hamblin J (1992) Relationship between grain yield measured in low and high-yielding environments. *Euphytica*, 64:49-58.
- Christ BJ & Haynes KG (1997) General combining ability for early blight resistance from open pollinated 4x-2x early blight resistant potatoes. *American Potato Journal*, 74:422-423.
- Christ BJ & Haynes KG (2001) Inheritance of resistance to early blight disease in a diploid potato population. *Plant Breeding*, 120:169-172.

- Douglas DR & Pavek JJ (1972) Screening potatoes for field resistance to early blight. *American Potato Journal*, 49:1-16.
- Filho WPC & Mazzei AR (1996) Bataticultura no Mercosul, produção e mercado no Brasil e na Argentina. *Informação Econômica*, 26:53-67.
- Gopal J (1998) Heterosis and combining ability analysis for resistance to early blight (*Alternaria solani*) in potato. *Potato Research*, 41:311-317.
- Herriot AB, Haynes Jr FL & Shoemaker PB (1990) Inheritance of resistance to early blight disease in tetraploid x diploid crosses of potatoes. *HortScience*, 25:224-226.
- Lambert ES (2004) Estratégias para o melhoramento da batata para condições tropicais. Tese de doutorado, Lavras, Universidade Federal de Lavras. 142 p.
- Martins PR & Pinto CABP (1996) Capacidade de combinação de genótipos de batata para resistência à pinta preta, produtividade e peso específico de tubérculos. *Horticultura Brasileira*, 14:161-169.
- Menezes CB de, Pinto CABP & Lambert ES (2001) Combining ability of potato genotypes for cool and warm seasons in Brazil. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 1:145-157.
- Mulamba NK & Mock JJ (1978) Improvement of yield potential of the method Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. *Egyptian Journal of Genetics and Cytology*, 7:40-51.
- Parentoni SN, Alves VMC, Milach SK, Caçado GMA & Bahia Filho AFC (2001) Melhoramento para tolerância ao alumínio como fator de adaptação a solos ácidos. In: Nass LL, Valois ACC, Melo IS & Valadares-Ingles (Eds.). *Recursos genéticos e melhoramento de plantas*. Randonópolis, Fundação MT. p. 783-852.
- Parlevliet JE (1979) Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. *Annual Review Phytopathology*, 17:203-222.
- Prange RK, McRae KB, Midmore DJ & Deng R (1990) Reduction in potato growth at high temperature: role of photosynthesis and dark respiration. *American Potato Journal*, 67:357-369.
- Reifschneider FJB (1987) Principais doenças fúngicas. In: Reifschneider FJB (Coordenador). *Produção de batata*. Brasília, Linha Gráfica Editora. p. 94-102.
- Sarquís JI, González H & Bernal-Lugo I (1996) Response of two potato clones (*S. tuberosum* L.) to contrasting temperature regimes in the field. *American Potato Journal*, 73:285-300.
- Shaner G & Finney RE (1977) The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. *Phytopathology*, 67:1051-1056.
- Shtienberg D & Fry WE (1990) Quantitative analysis of host resistance, fungicide and weather effects on potato early and late blight using computer simulation models. *American Potato Journal*, 67:277-286.
- Vencovsky R & Barriga P (1992) Genética biométrica no fitomelhoramento, Ribeirão Preto, SBG. 496p.