



**GUILHERME HENRIQUE MARTINS RODRIGUES
RIBEIRO**

**SELEÇÃO PRECOCE DE FAMÍLIAS E
GENITORES PARA APARÊNCIA DE
TUBÉRCULOS E TOLERÂNCIA AO CALOR
EM BATATA**

LAVRAS - MG

2014

GUILHERME HENRIQUE MARTINS RODRIGUES RIBEIRO

**SELEÇÃO PRECOCE DE FAMÍLIAS E GENITORES PARA
APARÊNCIA DE TUBÉRCULOS E TOLERÂNCIA AO CALOR EM
BATATA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador

Dr. César Augusto Brasil Pereira Pinto

LAVRAS – MG

2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Ribeiro, Guilherme Henrique Martins Rodrigues.

Seleção precoce de famílias e genitores para aparência de tubérculos e tolerância ao calor em batata / Guilherme Henrique Martins Rodrigues Ribeiro. – Lavras : UFLA, 2013.

137 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: César Augusto Brasil Pereira Pinto.

Bibliografia.

1. *Solanum tuberosum* L. - Capacidade combinatória. 2. *Solanum tuberosum* L. - Melhoramento genético. 3. Estresse abiótico. 4. *Solanum tuberosum* L. - Atributos do tubérculo. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 635.2123

GUILHERME HENRIQUE MARTINS RODRIGUES RIBEIRO

**SELEÇÃO PRECOCE DE FAMÍLIAS E GENITORES PARA
APARÊNCIA DE TUBÉRCULOS E TOLERÂNCIA AO CALOR EM
BATATA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 20 de dezembro de 2013.

Dr. João Cândido de Souza	UFLA
Dr. Adriano Teodoro Bruzi	UFLA
Dr. Cícero Beserra de Menezes	EMBRAPA
Dr. Márcio Henrique Pereira Barbosa	UFV

Dr. César Augusto Brasil Pereira Pinto
Orientador

LAVRAS – MG

2013

*A Deus, por essa oportunidade;
Aos meus pais; José Daniel e Waldea, pelo amor, carinho e apoio incondicional
que sempre recebi.
Aos meus familiares, amigos e professores, pela ajuda na caminhada,*

OFEREÇO.

*Aos meus pais, por tudo que me proporcionaram, pelas oportunidades que me
deram, pelo amor e carinho que recebi e por sempre me orientarem sobre as
decisões de minha vida. A, minha sobrinha Ana Luíza, minha irmã Daniela e toda
minha família pelo apoio, carinho e compreensão que sempre tiveram comigo
todos esses anos.*

A todos com todo meu respeito e carinho,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus, pelo dom da vida e também a Nossa Senhora de Aparecida por me guiar durante essa caminhada e em todas as etapas da minha vida.

Aos meus pais, José Daniel e Waldea, que sempre confiaram no meu potencial, sempre me apoiaram nas decisões e incentivaram meu progresso.

A toda minha família que mesmo de longe, que sempre mostrou confiança no meu trabalho, me apoiou incondicionalmente, sempre me incentivou, me amparou nos meus tropeços e comemorou as minhas conquistas.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), pela minha formação profissional e oportunidades na realização do curso de graduação, mestrado e também o doutorado.

Ao CNPq e a FAPEMIG, pela concessão da bolsa de estudos e apoio financeiro na execução dos projetos.

Ao meu amigo Prof. Dr. César Augusto Brasil Pereira Pinto, que tanto contribuiu para minha formação pessoal e profissional, acima de tudo amizade durante oito anos de convívio, também por toda atenção dedicada, por ter apostado no meu potencial, pelo apoio na execução do trabalho, pelos ensinamentos e pela orientação desde a graduação.

Ao companheiro, e grande amigo, Raimundo Ferreira, pela grande amizade que construímos nos momentos de trabalho e de descontração, e ainda pela dedicação, apoio e orientações durante toda condução dos experimentos.

A minha amiga Izabel, pela grande amizade e agradáveis momentos de convivência, por tanto ter me ajudado durante a condução deste trabalho, pelo apoio na execução dos experimentos, pelas idéias, orientações, opiniões e conselhos que muito me auxiliaram.

Aos meus colegas e amigos do programa de melhoramento da batata, Silvia, Danilo, Carolina, Marcio, Otávio, Pedro, Cláudio, Gustavo, Fran, Victor e Rafa pela amizade, pelos bons momentos de convívio proporcionados e ajuda durante a condução dos experimentos.

Agradeço de forma especial aos meus bons amigos Leandro e Thiago que já deixaram a batata, mas foram de grande ajuda durante este experimento e ao longo do curso de doutorado.

Aos meus amigos do GEN Lidiane, Igor, Jerônimo, Paulo, Josiel e Jéssica, pelos bons momentos de diversão, pela aprendizagem e apoio nos momentos difíceis.

Aos membros da banca avaliadora, Márcio Barbosa, Cícero de Menezes, Adriano Bruzi, e João Cândido de Souza, pelas sugestões para o aprimoramento deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Biologia, em especial, Dona Ironдина, Dú, Lilian, Zélia e Rafaela, pela amizade e convivência diária.

Aos professores; Magno, João Bosco, João Candido, Elaine e Flavia, pelos exemplos de dedicação a pesquisa e pelos ensinamentos transmitidos ao longo do curso.

A todos que de alguma maneira me ajudaram, apoiaram e deram forças para conclusão deste trabalho, que encerra mais uma etapa da minha vida.

RESUMO GERAL

Em todo programa de melhoramento depois de definido os objetivos a etapa mais importante é a escolha dos genitores a serem utilizados. As populações segregantes são então submetidas a seleção, que normalmente é realizada como seleção clonal de espécies propagadas vegetativamente. Seleção clonal não é eficaz nas primeiras gerações, mas a seleção de família é um método que permite uma maior eficiência em programas de melhoramento, uma vez que as famílias de desempenho mais baixo são descartados e focos são jogados sobre as famílias mais promissoras. O objetivo deste estudo foi selecionar clones e identificar os melhores genitores e famílias que associem tolerância ao calor e boa aparência de tubérculos, avaliar a correlação entre as características e entre as gerações. Utilizou-se neste estudo famílias clonais obtidas do cruzamento biparental entre cultivares com boa aparência de tubérculos e clones tolerantes ao calor. Foram avaliados caracteres de aparência, e também produtividade e peso específico dos tubérculos. Os ensaios foram conduzidos em casa de vegetação na geração *seedling* e primeira clonal, e no campo na primeira e segunda geração clonal. Os experimentos da primeira geração clonal foram realizados em condições de temperaturas elevadas, e as demais gerações em condições de temperaturas amenas. Com os dados obtidos foram realizada as análises de variância, e estimadas as médias das famílias, as correlações entre as gerações e entre os caracteres, a capacidade de combinação geral e específica. Verificou-se a possibilidade de seleção indireta contra defeitos como apontamento e curvatura, devido a boa correlação entre o formato dos tubérculos e estes defeitos. A correlação entre as gerações apenas apresentou valores significativos para formato dos tubérculos, sendo possível a seleção precoce para esta característica. Com relação a escolha de genitores verificou-se que o clone SR2 21-02 e a cultivar Vivaldi geram clones com bom desempenho produtivo e boa aparência dos tubérculos. Foram observadas famílias promissoras, para serem utilizadas na seleção de clones com boa aparência de tubérculos e tolerância ao calor. Foram selecionados genitores promissores para melhoria de determinados caracteres, porém não existe um genitor ideal para todas as características. A seleção de famílias para produtividade e peso específico dos tubérculos foi eficiente, e para o conjunto de caracteres de aparência dos tubérculos se mostrou menos eficiente.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum* L. Capacidade de combinação. Atributos do tubérculo. Estresse abiótico.

ABSTRACT

In any breeding program after the objectives have been defined the most important step is the choice of parents to be used. The segregating populations are then subjected to selection, which is usually carried out as clonal selection in vegetatively propagated species. Clonal selection is not effective in the early generations but family selection is a method which allows a greater efficiency in breeding programs, since the lower performance families are discarded and focuses are thrown on those most promising families. The aim of this study was to select clones and identifying the best parents and families which associate heat tolerance and good tuber appearance, evaluate the correlation between traits and between generations. In this study clonal families obtained from crosses between cultivars with tubers with good appearance and heat tolerant clones were used. Characters such as tuber appearance, tuber yield and tuber specific gravity were evaluated. The tests were conducted in the greenhouse at seedling and first clonal generation and in the field in the first and second clonal generations. The experiments of the first clonal generation were carried out under conditions of high temperatures, and the other generations under conditions of mild temperatures. The data were subjected to analysis of variance and estimated families means, coefficients of correlations between generations and between characters, and the general and specific combining abilities. The possibility of indirect selection against tuber defects such as pointing and curvature due correlation between tuber shape and these defects was evaluated. Correlations between generations only showed significant values for tuber shape, showing that early selection for this trait is possible. Regarding the choice of parents we found that clone SR2 21-02 and cultivar Vivaldi generate clones with high yielding performance and tubers with good appearance. We identified promising families to be used for selection of clones with good tuber appearance and heat tolerance. Promising parents for improving certain characters were selected, but there is no single ideal parent for all traits. Family selection for tuber yield and tuber specific gravity was efficient, but for the components of tuber appearance it was less efficient.

Keywords: *Solanum tuberosum* L. Combining ability. Attributes tuber. Abiotic stress.

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	10
1	INTRODUÇÃO GERAL	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Origem e domesticação da batata	14
2.2	Importância da cultura da batata	16
2.3	Aparência dos tubérculos	18
2.4	Adaptação a condições tropicais	21
2.5	Considerações gerais sobre o melhoramento genético de batata ..	25
2.5.1	Métodos de estimação das capacidades de combinação	26
2.5.1.1	Análise dialélica	27
2.5.1.2	Modelos mistos	30
2.5.2	Métodos de seleção	32
2.5.2.1	Seleção precoce	32
2.5.2.2	Seleção de famílias	35
	REFERÊNCIAS	39
	SEGUNDA PARTE - ARTIGOS	50
	ARTIGO 1 Associação entre caracteres dos tubérculos de batata nas gerações iniciais sob condições contrastantes de temperatura	50
	ARTIGO 2 Escolha de genitores visando um programa de melhoramento de batata para aparência de tubérculos e tolerância ao calor	72
	ARTIGO 3 Seleção de famílias para aparência dos tubérculos e tolerância a temperaturas elevadas em batata	97
	ANEXOS	121

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO GERAL

A batata (*Solanum tuberosum* L.) teve sua origem na região dos Andes da América do Sul, com centros de diversidade desde o México até o Sul do Chile. Com a chegada dos colonizadores espanhóis em 1532, o germoplasma selvagem ou melhorado pelos povos indígenas foi levado à Europa, onde foi inicialmente cultivado em jardins botânicos e pequenas hortas. Após ser constatada a sua importância como fonte alimentar e com a seleção de cultivares mais adaptadas as condições européias, passou ser cultivada em grande escala chegando a ser o principal alimento consumido em muitos países. A batata cultivada na Europa, selecionada para condições de fotoperíodo longo e temperaturas amenas, se disseminou pelo mundo, sendo hoje cultivada em mais de 100 países, em regiões de clima temperado, tropical e subtropical.

No Brasil a batata foi introduzida por imigrantes europeus nos estados da região Sul, no século XIX, porém só passou a ter importância econômica após a década de 50. As cultivares introduzidas de países de clima temperado não expressam todo seu potencial nas condições tropicais, devido a alguns fatores como fotoperíodo mais curto, temperaturas mais elevadas, maior pressão de patógenos e pragas, e a solos menos férteis. Neste contexto, o melhoramento genético da batata em condições tropicais deve ser uma prioridade visando atender às necessidades dos produtores do país. No Brasil existem alguns programas de melhoramento de batata que possuem clones com tolerância ao calor e resistência a determinados patógenos, além de apresentarem qualidades culinárias aceitáveis para os diversos tipos de uso.

Uma das maiores limitações de adoção das cultivares nacionais pelos consumidores e produtores é a aparência inferior dos tubérculos, quando

comparados às cultivares introduzidas. As cultivares empregadas no Brasil continuam sendo aquelas introduzidas de países de clima temperado (Holanda, Estados Unidos, França, entre outros). Essas cultivares apresentam ótima aparência de tubérculos e alta produtividade, o que lhes garante boa aceitação pelos consumidores e produtores. Quando cultivadas sob altas temperaturas estas cultivares reduzem a produtividade e o teor de matéria seca, em relação aos níveis obtidos nos países onde foram obtidas, também mostram desordens fisiológicas como rachaduras e embonecamento. A alternativa para minimizar estes problemas é associar a melhor aparência dos tubérculos com caracteres agrônômicos desejáveis sob condições tropicais e subtropicais.

O uso doméstico dos tubérculos é o principal mercado no país consumindo aproximadamente 90% de toda batata produzida, e se caracteriza pela venda do produto *in natura* diretamente ao consumidor. Neste tipo de consumo a aparência externa dos tubérculos assume grande importância na comercialização, sendo mais importante que as qualidades culinárias. A aparência externa dos tubérculos é uma combinação de algumas características como, por exemplo, textura e coloração da periderme, brilho, profundidade dos olhos, formato entre outros, sendo um caráter complexo e difícil de ser trabalhado nos programas de melhoramento.

A temperatura elevada é um dos principais fatores que dificulta o cultivo da batata nas condições brasileiras, a tolerância ao calor é um caráter complexo, controlado por vários genes. A temperatura média ideal para a cultura da batata está entre 10⁰C e 20⁰C, sendo que a maioria das cultivares comerciais, tuberizam melhor com temperaturas médias pouco acima de 15,5⁰C. Os efeitos das altas temperaturas sobre a cultura da batata dependem do estágio de desenvolvimento, e basicamente ocasionam perdas na produtividade e na qualidade dos tubérculos.

Os programas de melhoramento de batata se iniciam com hibridações controladas, que consiste de cruzamentos bi-parentais, entre clones elites do

próprio programa e cultivares comerciais. A escolha dos genitores deve ser efetuada de acordo com os objetivos de cada programa, sendo necessário conhecer algumas de suas características, como a capacidade de transferência de caracteres de interesse e a habilidade ou capacidade de cruzamento. Os valores dos genótipos e suas habilidades de produzir boas combinações podem ser preditas em gerações precoces de seleção, podendo ser incorporado como prática em programas de melhoramento de batata.

A maioria dos programas de melhoramento de batata utiliza populações grandes de indivíduos na primeira etapa, utilizando a seleção massal nesta fase e considerando caracteres relacionados à aparência externa (aparência geral) dos tubérculos. Tal metodologia apresenta sucesso relativo, devido a baixa eficiência na seleção visual para caracteres de baixa herdabilidade. Assim os melhoristas têm se empenhado em buscar métodos de seleção mais eficientes e menos onerosos. Sob tal perspectiva, as pesquisas têm sido voltadas para o emprego de seleção por famílias e para a seleção combinada, que faz uso, inicialmente, da seleção por família e, posteriormente, da seleção individual estratificada de clones dentro das melhores famílias.

Objetivou-se com este estudo empregar clones superiores tolerantes ao calor do programa de melhoramento genético da batata da Universidade Federal de Lavras (PROBATATA-UFLA) como genitores em cruzamentos com cultivares comerciais visando à seleção de novos clones que associem tolerância ao calor e com tubérculos de boa aparência e ainda; Estudar a capacidade de combinação com relação aos componentes da aparência externa de tubérculos dos clones e das cultivares sob condições de temperaturas amenas e elevadas; Identificar uma cultivar para ser empregada rotineiramente como fonte de alelos para a produção de clones com pele lisa, brilhante e olhos rasos; Estimar as correlações entre os componentes da aparência externa de tubérculos; Identificar cruzamentos

promissores para início de um programa de melhoramento visando à obtenção de clones comerciais para uso doméstico e tolerantes ao calor.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Origem e domesticação da batata

A batata (*Solanum tuberosum* L.) que é cultivada e consumida na maioria dos países, teve sua origem nos Andes da América do Sul. Atualmente a teoria mais aceita é que a origem da espécie *Solanum tuberosum* seria na região entre o sul do Peru e o norte da Bolívia. O início da domesticação se deu com *S. bukasovii*, originária de *S. brevicaulis*, e através de seleção natural originou *S. stenotomum* (SPOONER et al., 2005; BRADSHAW; BRYAN; RAMSEY, 2006). Estudos sugerem que a batata foi inicialmente cultivada nas proximidades do lago Titicaca na Bolívia e próximo à fronteira com o Peru (HANCOCK, 1992).

A batata originária dos Andes peruanos foi levada à Europa por navegadores espanhóis no século XVI, sendo que o primeiro registro de batata cultivada fora da América do Sul foi, nas Ilhas Canárias em 1567 (HAWKES; FRANCISCO-ORTEGA, 1992; RIOS et al., 2007), e logo em seguida na Espanha continental em 1573 (HAWKES; FRANCISCO-ORTEGA, 1992), e posteriormente na Inglaterra em 1590 (HANCOCK, 1992; HAWKES; FRANCISCO-ORTEGA, 1992).

A batata andina apareceu pela primeira vez na Europa por volta de 1573 e persistiu até 1892, muito tempo depois da epidemia de requeima, enquanto a batata chilena apareceu pela primeira vez na Europa em 1811, muito antes da epidemia de requeima e persiste até os dias de hoje (AMES; SPOONER, 2008). Ainda segundo estes autores as cultivares européias modernas possuem semelhanças com os genótipos chilenos na morfologia e adaptação a dias longos. Estudos com marcadores moleculares comparando as atuais cultivares com os acessos de alguns bancos de germoplasma evidenciam que a origem das batatas

européias provém de genótipos chilenos (HOSAKA, 2004; AMES; SPOONER, 2008).

Existe na literatura uma grande discussão se as primeiras batatas cultivadas na Europa seriam da subespécie *andigena* ou da subespécie *tuberosum*. O que se sabe é que após a introdução esta passou por um longo período de adaptação a fotoperíodos mais longos e temperaturas de primavera e de verão europeus. Para Ames e Spooner (2008) a subespécie *tuberosum* originada do sul do Chile já estaria adaptada às condições de dias longos, enquanto a subespécie *andigena* teria dificuldades de adaptação ao fotoperíodo do verão europeu, uma vez que estava adaptada a condições de dias curtos. Alguns pesquisadores concordam que a batata selecionada e melhorada na Europa teve sua origem na península de Chiloé no sul do Chile, um centro secundário de origem (RIOS et al., 2007). Segundo Rios et al., (2007) estudos moleculares confirmam que as batatas selecionadas na Europa antes de 1840 eram de origem andigena e chilena, e após a epidemia de requeima na Irlanda em 1945 houve um predomínio do germoplasma de Chiloé.

Da Europa, mais precisamente da Inglaterra, a batata foi disseminada para outros continentes como África, Ásia e Oceania, e também América do Norte, sendo chamada de “batata inglesa”. Segundo Hawkes (1978) a grande expansão da cultura da batata se deu no século XVII, sendo cultivada em praticamente todas as colônias inglesas e também no Japão, e no século XVIII chegou a Nova Zelândia e Rússia. Nos Estados Unidos a cultura da batata chegou em 1621, trazida por ingleses das Bermudas (HAWKES, 1978), embora existam indícios que algumas batatas chilenas e andigenas tenham chegado diretamente ao território norte americano. No Brasil, a cultura da batata foi introduzida por imigrantes europeus no final do século XIX, no sul do país, onde as condições de clima eram mais favoráveis à sua produção, servindo de

alimentação básica para os colonos até final daquele século (PEREIRA; DANIELS, 2003).

Atualmente a batata vem sendo cultivada em uma ampla região do globo, desde 50°S até 65°N de latitude, em aproximadamente 150 países (BRADSHAW; BRYAN; RAMSEY, 2006). A maior parte dos cultivos, aproximadamente 90%, se localiza no hemisfério norte entre 22°N e 59°N (HIJIMANS, 2001). Este autor ainda comenta que 25% das áreas são cultivadas em altitudes superiores a 1000 metros do nível do mar, principalmente em regiões tropicais. Segundo Bradshaw, Bryan e Ramsey (2006) esta distribuição reflete as condições de adaptação da espécie *Solanum tuberosum* subespécie *tuberosum*.

2.2 Importância da cultura da batata

A importância da batata como um dos principais alimentos da população mundial, e seu papel na segurança alimentar das populações pobres fez com que a ONU (Organização das Nações Unidas) declarasse o ano de 2008 como Ano Internacional da Batata. Pelos dados da FAO (Food and Agriculture Organization) o principal produtor mundial em 2010, foi a China, com 88,3 milhões de toneladas, seguido pela Índia, Rússia, Ucrânia, Estados Unidos, Alemanha, Bangladesh, Polônia e França. O Brasil ocupa a 20ª posição no ranking mundial (FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS STATISTICAL DATABASE, 2011).

No Brasil a produção anual está estimada em 3,5 milhões de toneladas, produzidas em 130 mil hectares, o que equivale a uma produtividade média de 26,8 toneladas por hectares (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012). Os principais estados produtores são Minas Gerais, Paraná, e São Paulo que juntos somam 70% da produção nacional e 68% da área

plantada (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012). Novas regiões produtoras vêm ganhando espaço no cenário da bataticultura brasileira, destacando as regiões de Cristalina-GO e a Chapada Diamantina-BA, aumentando consideravelmente a produção nestes estados, que juntos somam 16% da produção nacional em 12% da área plantada, e supera o estado de SC tradicional produtor (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012). Estas novas regiões apresentam as maiores produtividades do país, e são caracterizadas pelo alto nível tecnológico empregado na cultura.

As batatas são ricas em carboidratos, tornando-as uma boa fonte de energia, apresentam ainda o maior teor de proteína das famílias de raízes e tubérculos, sendo essa proteína de qualidade bastante elevada (PEREIRA; LUZ; MOURA, 2005). A batata caracteriza-se como um alimento de grande importância, sendo a terceira cultura alimentar mais importante para o consumo humano, depois do arroz e do trigo, com produção anual de 373 milhões de toneladas, sendo cultivada em mais de 150 países e consumida por um bilhão de pessoas em todo o mundo (FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS STATISTICAL DATABASE, 2011; CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA, 2010). A batata é uma importante fonte de alimento, de emprego rural e de movimentação financeira, e que contribui para a alimentação e estabilização social do meio rural, principalmente nos países em desenvolvimento (PEREIRA; LUZ; MOURA, 2005).

No Brasil, o consumo per capita de batatas é de 16,5 kg/ano, enquanto que nos países europeus e Estados Unidos, o consumo médio chega a 74 e 53 kg/ano, respectivamente (FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS STATISTICAL DATABASE, 2011). No Brasil, diferente dos países europeus, não se utiliza a batata como principal fonte de carboidratos, mas sim como um alimento secundário. Outros fatores do baixo

consumo são a falta de informação dos consumidores quanto à qualidade nutricional da batata e o desconhecimento das aptidões culinárias das diferentes cultivares existentes no mercado. Assim, os consumidores realizam a compra da batata em função da aparência externa dos tubérculos e não pela qualidade e aptidões culinárias (PEREIRA; LUZ; MOURA, 2005).

2.3 Aparência dos tubérculos

A aparência dos tubérculos é um dos principais quesitos para a aceitação de genótipos destinados ao comércio *in natura*. No Brasil o consumidor escolhe os tubérculos pela aparência, formato, cor e brilho da pele, e pelo preço de aquisição. Porém, apenas pela aparência do tubérculo, o consumidor não tem condições de conhecer suas características a ponto de escolher aquela que melhor atenda aos seus propósitos (MADAIL et al., 2009). Para os consumidores, tubérculos que apresentam boa aparência estão associados a uma melhor qualidade e, para a comercialização, estes apresentam maior valor de venda do produto (GINZBERG et al., 2005).

A aparência geral dos tubérculos de batata envolve uma série de caracteres, e consiste em uma combinação equilibrada de componentes individuais como formato e uniformidade de formato, número e tamanho de tubérculos, uniformidade de tamanho, tipo e coloração da película e profundidade dos olhos (NEELE; LOUWES, 1989). Silva et al. (2009) ainda complementa que a aparência dos tubérculos é favorecida por maior número, rendimento e tamanho dos tubérculos, mais uniformidade de tamanho e formato e ausência de curvatura e achatamento. Segundo Tai (1975) o caráter aparência geral dos tubérculos é complexo e de baixa herdabilidade, sendo sugerido por Love, Werner e Pavek (1997) a separação em componentes individuais para maximizar os ganhos de seleção.

O formato dos tubérculos é um dos principais caracteres na seleção de genótipos de batata, pois irá ajudar a definir a aptidão de uso (MADAIL et al., 2009). De acordo com Pádua et al. (2009), o consumidor prefere tubérculos com formato oval e alongado ao comprar batata *in natura* e ressalta que o formato é uma característica muito importante na comercialização dos tubérculos seja na forma *in natura* ou para a indústria de processamento. Um estudo da herança do formato de tubérculo, realizado por Jong e Burns (1993), em batatas diplóides, indica que o controle é realizado por um gene de grande efeito, *Ro*, e um número desconhecido de modificadores, e que o formato redondo é dominante sobre o alongado. Van Eck et al. (1994) trabalhando com mapeamento gênico, em espécies diploides, também verificaram uma dominância de formato redondo sobre o formato alongado. Segundo Silva et al. (2008a) o formato dos tubérculos apresenta alta herdabilidade, sendo possível a seleção para este caráter nas gerações iniciais.

A profundidade de olhos é outra característica de grande importância, pois está associada ao descascamento dos tubérculos, sendo que os olhos profundos geram desperdícios, e a necessidade de repasse no processamento industrial. Sabe-se que a profundidade de olhos dos tubérculos é controlada geneticamente sendo os olhos profundos dominantes sobre olhos rasos (LI et al., 2005). Neste estudo Li et al. (2005) verificaram a segregação nas progênes obtidas de pais contrastantes para profundidade de olhos e formato dos tubérculos, constataram que os genes que conferem estas características estão ligados, à 4cM de distância. Os autores mostraram ainda que os genes para formato e profundidade de olhos estão ligados em repulsão, sendo assim tubérculos redondos tendem a ter olhos profundos. Silva et al. (2009) estimaram a correlação entre caracteres de aparência dos tubérculos na geração *seedling* (GS), primeira e segunda geração clonal (PGC e SGC), e verificaram uma correlação média e positiva entre profundidade de olhos e formato, indicando

que quanto mais alongado os tubérculos mais rasos os olhos. Nos estudos de Silva et al. (2008a) e Love, Werner e Pavék (1997) foi observado uma elevada herdabilidade para profundidade de olhos e formato dos tubérculos.

A textura da periderme é outro fator importante na aceitação dos tubérculos in natura, pois os consumidores preferem os tubérculos lisos e brilhantes, em relação aos de pele áspera (PEREIRA, 2003). Segundo Nielsen (1968) a periderme dos tubérculos é afetada por uma série de fatores como maturidade fisiológica, temperatura, umidade, textura e teor de matéria orgânica do solo. Ginzberg et al. (2005) confirmam que as altas temperaturas do solo prejudicam a aparência da periderme, e ainda comentam que faltam estudos sobre o desenvolvimento da pele da batata. Pelos trabalhos de Love, Werner e Pavék (1997) e Silva et al. (2008a) a textura da periderme é um caráter que tem herdabilidade alta. Silva et al. (2008b) comenta que para obtenção de clones com pele lisa e brilhante, pelo menos um dos genitores deve possuir esta característica. A tonalidade da coloração em tubérculos com película amarela é uma característica importante, uma vez que tubérculos de tonalidade clara são associados à batata recém-colhida, sendo preferidos pelos consumidores em relação às mais escuras (SILVA et al., 2008b).

Alguns defeitos do formato dos tubérculos, como apontamento, curvatura e achatamento, também são indesejáveis na seleção de clones, para qualquer aptidão de uso. Apontamento e curvatura estão associados a uma pior aparência de tubérculos, sendo observada uma correlação média e negativa entre as características (SILVA et al., 2007). Segundo Silva et al. (2008a) apontamento, curvatura e achatamento, possuem alta herdabilidade, e podem ser selecionadas logo na GS.

Como relatado por Nielsen (1968) e Silva et al. (2009) a uniformidade dos tubérculos, tanto para formato quanto para tamanho, favorece a aparência geral, e são características desejáveis em programas de melhoramento. Nos

trabalhos de Silva et al. (2008a) e Love, Werner e Pavék (1997), ambos trabalhando nas primeiras gerações clonais, constataram herdabilidades médias e baixa correlação entre as gerações, para estas características, entre 0,4 e 0,6, não recomendando a seleção nas gerações iniciais. Resultado contrário foi obtido por Kumar e Gopal (2006), estudando visualmente a uniformidade do formato e a uniformidade de tamanho de tubérculos em 33 populações de batatas ssp. *andigena*, observaram alta correlação entre as primeiras gerações para esta característica, sugerindo a seleção na GS.

Alguns outros fatores que também contribuem negativamente para pior aparência dos tubérculos como o esverdeamento, e defeitos fisiológicos causados por condições ambientais inadequadas (embonecamento ou crescimento secundário e rachaduras). O esverdeamento dos tubérculos se deve a síntese e acúmulo de clorofila, e é influenciado por vários fatores, destacando-se a intensidade de luz. Simultaneamente à síntese de clorofila, ocorre a síntese de glicoalcalóides, que podem ser tóxicos (GRUNENFELDER et al., 2006). O embonecamento está associado às condições de estresse ambiental que paralisam o crescimento da planta, e quando ocorre a melhoria das condições, o desenvolvimento do tubérculo é retomado formando o crescimento secundário. Este processo é estimulado por temperaturas do solo acima de 27° C, e quanto mais altas as temperaturas maior a severidade (HOCKER, 1990). Outra desordem importante é a rachadura, que correspondem a fissuras na superfície dos tubérculos, e está associada a déficit hídrico e a temperaturas elevadas (HILLER; THORNTON, 1993).

2.4 Adaptação a condições tropicais

No Brasil a cultura da batata é baseada em cultivares desenvolvidas em países de clima temperado, principalmente Holanda, França e Estados Unidos.

Em geral essas cultivares apresentam ótima aparência de tubérculos e alta produtividade, o que lhes garante boa aceitação pelos consumidores e produtores. Por outro lado, mostram deficiências para certos caracteres que não foram considerados durante a seleção nos países de origem. As diferenças entre as condições de clima temperado e tropical são marcantes, principalmente devido a temperaturas médias mais elevadas, fotoperíodo mais curto e maior pressão de patógenos e pragas. Assim o custo de produção de cultivares não adaptadas as condições tropicais é muito elevado devido a maior utilização de insumos e menor produtividade e qualidade da batata.

Entre os fatores abióticos a temperatura talvez seja o que mais afeta o desenvolvimento da cultura. Fontes e Finger (1999) comentam que as condições ideais para o cultivo, seria um ambiente que proporcione maior número de horas de luz e maior número de dias com a temperatura entre 18 e 23° C durante o dia, noites frias e o mínimo possível de horas do dia com temperaturas acima de 25° C. A temperatura exerce grande influência na cultura, podendo afetar de modo prejudicial em todas as fases do desenvolvimento da planta. A magnitude do efeito da temperatura depende do quanto este influencia no desenvolvimento da parte aérea e na partição de matéria seca produzida, mas pode chegar a ser limitante à produção de batata, principalmente em regiões tropicais (MENEZES et al., 2001). Segundo Levy e Veilleux (2007) os principais efeitos de temperaturas elevadas na cultura da batata são crescimento acelerado, fotossíntese reduzida e respiração aumentada, início da tuberização e crescimento de tubérculos inibidos, maior número de tubérculos com desordens fisiológicas, dormência dos tubérculos reduzida ou suprimida, teor de matéria seca reduzido e também o nível de glicoalcaloides elevado.

Os efeitos da temperatura na redução da produtividade de tubérculos já foram relatados na literatura (KHEDHER; EWING, 1985; SARQUIS; GONZALEZ; BERNAL-LUGO, 1996; MENEZES et al., 1999; MENEZES et

al., 2001). Khedher e Ewing (1985) relataram reduções que podem chegar a mais de 80%, Sarquis et al. (1996) trabalhando com duas cultivares de batata, verificaram uma redução na produtividade e também no tamanho dos tubérculos. Nas condições do Sul de Minas Gerais, Menezes et al. (1999) mostraram que, em condições de altas temperaturas, a produção foi reduzida em 25,5%, principalmente devido ao atraso no início da tuberização e à redução na partição dos fotoassimilados para os tubérculos. Lambert, Pinto e Benites (2006) relataram redução de 46% na produtividade de genótipos devido a temperaturas elevadas. Neste trabalho os autores ainda relatam uma redução nos teores de matéria seca dos tubérculos. A redução nos teores de matéria seca dos tubérculos é causada principalmente pelo aumento na taxa respiratória da planta (LEVY; VEILLEUX, 2007). Além dos efeitos já descritos, a temperatura afeta também a aparência dos tubérculos, sendo que os principais defeitos verificados são o crescimento secundário ou embonecamento, rachaduras, coração oco, coração preto, rosário e mancha chocolate. A incidência dessas desordens é de alguma forma, influenciada pelas temperaturas elevadas.

A duração do fotoperíodo também exerce influência marcante na cultura da batata, afetando o balanço hormonal da planta (AKSENOVA et al., 2009). Basicamente os hormônios envolvidos no processo de tuberização são do grupo das giberelinas e do grupo do ácido abscísico. Geralmente a redução no comprimento do dia acarreta encurtamento do ciclo vegetativo, supressão da floração, iniciação precoce da tuberização, rápido enchimento e maturação fisiológica precoce dos tubérculos (FONTES; FINGER, 1999). Os genótipos possuem resposta diferenciada, ao comprimento do dia, no início da formação dos tubérculos. Dias curtos podem antecipar e acelerar a indução da tuberização, a qual, por sua vez, irá limitar o desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular da planta, assim como diminuir a duração da área foliar.

Em condições temperadas, o fotoperíodo varia de 16-18 horas de luz, enquanto, nas condições tropicais, ele varia de 13-14 horas. Desta forma, com maior tempo de exposição à luz diária nas condições temperadas, ocorre maior produção de fotoassimilados e, conseqüentemente, maior produção de tubérculos. Van Dam, Kooman e Struiki, (1996), trabalhando com duas cultivares em temperaturas variando de 15 a 27° C e fotoperíodo de 12 e 18 h de luz, mostraram que em temperaturas de 19° C o acúmulo diário de fotoassimilados nas duas cultivares foi maior no fotoperíodo de 18 h de luz. Fotoperíodo mais curto associado a temperaturas mais elevadas fazem com que as cultivares introduzidas no Brasil, oriundas de países temperados, não manifestem todo seu potencial nas condições tropicais.

Outro problema no cultivo de batata em condições tropicais é a maior pressão de pragas e patógenos. Segundo Haverkort e Verhagen (2008) altas temperaturas proporcionam maior número de ciclos de multiplicações e maior período de crescimento para patógenos e pragas, aumentando a pressão de inóculo. Em condições tropicais alguns patógenos adquirem maior importância como é o caso de *Pectobacterium spp.*, causadoras da podridão mole e canela preta, *Alternaria spp.*, que causam a pinta preta, *Ralstonia solanacearum*, causadora da murchadeira, *Streptomyces spp.*, causadora de sarna comum, entre outros. Também são relatados em ambientes tropicais maiores problemas com nematóides, que levam a perdas consideráveis na produtividade e depreciam os tubérculos. Insetos pragas como pulgões, tripes e mosca branca, causam além do dano direto a planta, também causam o dano indireto, pois são vetores de algumas viroses. Outros insetos também são muito prejudiciais como *Diabrotica speciosa* (larva alfinete) e *Phthorimaea operculella* (traça da batata) em que o adulto causa danos à parte aérea da planta e a larva causa perfurações nos tubérculos.

Diante das diferenças entre as condições temperadas, onde a maioria da cultivares utilizadas no país foram desenvolvidas, e as condições tropicais torna-se indispensável o melhoramento visando a obtenção de cultivares adaptadas a condição tropical. Segundo Pinto (1999) os programas de melhoramento do Brasil devem ter como meta a melhor adaptação às condições edafoclimáticas, e também a tolerância a patógenos e pragas mais comuns, sempre associando essas características a uma elevada produtividade e boas qualidades culinárias.

2.5 Considerações gerais sobre o melhoramento genético de batata

Uma cultivar de batata nada mais é do que um conjunto de indivíduos geneticamente idênticos, propagados assexuadamente. A obtenção de novas cultivares através do melhoramento genético, é uma tarefa de longo prazo e requer intensa dedicação de pesquisadores, que atuam em várias áreas, tais como: genética, fisiologia, estatística, botânica, bioquímica, fitopatologia, entomologia; estes devem trabalhar em equipe, facilitando a identificação de cultivares promissoras (BORÉM, 2001). Basicamente o processo de melhoramento consiste na escolha de genitores, realização dos cruzamentos, avaliação e seleção dos melhores genótipos. No melhoramento de batatas, assim como em outras culturas, o desafio de identificar clones superiores é dificultado devido às diferenças, que devem ser detectadas entre os novos genótipos e às cultivares existentes, atualmente serem cada vez menores (SILVA et al., 2007).

Para Pinto (1999) no melhoramento genético da batata, existem vários caracteres que podem ser melhorados geneticamente, um dos mais importantes é a produtividade de tubérculos, assim como resistência às doenças fúngicas, bacterianas e viróticas, resistência aos insetos, à aparência dos tubérculos, e outros, sendo praticamente impossível obter uma nova cultivar contendo todos os caracteres desejáveis. Segundo Melo, Buso e Lopes (2006) os atributos

buscados no melhoramento genético de batata no Brasil são basicamente a aparência de tubérculo, coloração da polpa, resistência ao esverdeamento e baixo teor de glicoalcalóides, sendo esses caracteres essenciais a novas cultivares. Os autores ainda comentam que para novas cultivares destinadas ao processamento características como, formato de tubérculos e gemas superficiais, altos teores de matéria seca e baixos teores de açúcares redutores, são essenciais.

Nos programas de melhoramento algumas ferramentas são utilizadas com objetivo de se obter maior eficiência, nas diferentes etapas. Na etapa de seleção de genitores a utilização de parentais com maior capacidade de combinação possibilita a obtenção de populações promissoras para a seleção de genótipos superiores (BROWN; DALE, 1998). A escolha da melhor estratégia de seleção é uma ferramenta que proporciona economia de recursos, levando à uma maior eficiência dos programas. Segundo Carvalho et al. (2001) a escolha inadequada do método de seleção inviabiliza os esforços para obtenção de progresso genético. Outra importante ferramenta para se obter o progresso genético no melhoramento de plantas, é a necessidade de estabelecer critérios de seleção artificial que sejam eficientes, assim, análises estatísticas com boa precisão, auxiliam na escolha da estratégia de seleção, e tornam-se importantes no entendimento das relações genéticas entre os caracteres (CARVALHO et al., 2001).

2.5.1 Métodos de estimação das capacidades de combinação

Uma das etapas mais importantes nos programas de melhoramento é a escolha de genitores porque, clones superiores de cada progênie podem ser multiplicados e mantidos indefinidamente. Esta escolha deve ser efetuada de acordo com os objetivos de cada programa, sendo necessário conhecer algumas de suas características, tais como a capacidade de transferência de caracteres de

interesse e a habilidade ou capacidade de cruzamento. A capacidade dos genótipos serem bons parentais pode ser predita em gerações precoces de seleção, podendo ser incorporada como prática em programas de melhoramento de batata, possibilitando maior eficácia ao programa (BROWN; DALE, 1998). A escolha das melhores combinações híbridas em um programa de melhoramento pode ser realizada por meio da capacidade de combinação entre os genitores. A seleção de famílias constitui uma importante ferramenta nos programas de melhoramento, principalmente de espécies propagadas vegetativamente, e será melhor detalhada posteriormente.

2.5.1.1 Análise dialélica

O conceito de cruzamentos dialélicos foi apresentado por Griffing (1956) e representa uma técnica muito importante para o melhoramento de plantas, uma vez que possibilita a recombinação da variabilidade disponível, permitindo a obtenção de novos genótipos. A utilização da análise dialélica teve origem a partir do desenvolvimento dos conceitos de capacidades geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC), sendo que a capacidade combinatória refere-se ao comportamento de genótipos quando são usados em combinações híbridas.

Segundo Gopal (1998), em relação às capacidades de combinação, a aplicação de alguns modelos biométricos em batata é dificultada devido à herança tetraplóide a uma alta heterozigosidade. Sobre a dificuldade de aplicação destes modelos Barbosa e Pinto (1998) ainda complementam que a teoria genético-biométrica pressupõe que a herança seja dissômica e a base da população das quais os pais são amostrados esteja em equilíbrio panmítico ou consista de linhagens endogâmicas.

O emprego de médias das progênies, embora viável na identificação das melhores combinações, torna-se difícil quando se avalia um número elevado de cruzamentos (BROWN; DALE, 1998; GOPAL, 1997; GOPAL, 1998). As metodologias de análise dialélica propiciam estimativas de parâmetros úteis na seleção de genitores para hibridação e no entendimento dos efeitos genéticos envolvidos na determinação dos caracteres (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004), assim permitem analisar o potencial genético dos genitores e dos cruzamentos.

A CGC refere-se aos efeitos aditivos, enquanto a CEC de combinação se refere aos efeitos não aditivos. Segundo Barbosa e Pinto (1998) quando há predomínio da CGC o desempenho das progênies pode ser previsto sem a realização dos cruzamentos e avaliação dos híbridos. Não existe consenso na literatura sobre o predomínio dos efeitos da CGC ou da CEC, para produtividade de tubérculos, peso específico e caracteres de aparência. Neele, Nab e Louwes (1991) sugeriram que a CEC tende a ser mais importante que a CGC em cruzamentos envolvendo pais relacionados. Bradshaw e Mackay (1994) relatam que de modo geral, os valores das capacidades de combinação têm influenciado em proporções variadas os caracteres de importância agrônômica em batata. A importância relativa da CGC e CEC depende da constituição genética dos genitores envolvidos nos cruzamentos, assim como da característica avaliada, do delineamento experimental utilizado e também das condições ambientais (MARIS, 1989; MANIVEL et al., 2010). Silva et al. (2009) concluíram que a importância da CGC e CEC dependerá da população e dos caracteres envolvidos no estudo.

Os dialelos parciais envolvem a avaliação de genitores dispostos em dois grupos, pertencentes, ou não, a um conjunto comum, sendo as inferências feitas para cada grupo (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004). Os dialelos desbalanceados são aqueles em que nem todas as combinações híbridas entre os

genitores são obtidas. Este fato é comum em batata devido a problemas de falta de fertilidade, e a grande demanda de trabalho e tempo necessários para obtenção dos cruzamentos (NEELE; NAB; LOUWES, 1991).

Trabalhando os caracteres rendimento de tubérculos, número de tubérculos por planta e massa média de tubérculos em batata, Silva et al. (2009) verificaram que as capacidades de combinação dos genitores podem ser estimadas por meio do dialelo parcial, para as geração de plântula e primeira geração de campo. Também trabalhando com dialelo parcial Silva et al. (2008c) relataram que, para os caracteres de aparência dos tubérculos na primeira e segunda gerações de campo, as estimativas de capacidade de combinação foram eficientes na identificação das melhores combinações de genitores, por meio da análise dialélica conjunta. A análise dialélica parcial também foi utilizada em batata por Barbosa e Pinto (1998), no cruzamento entre cultivares nacionais e importadas, para caracteres de rendimento e peso específico de tubérculos.

O método de análise dialélica é a mais empregada na cultura da batata existindo diversos estudos sendo utilizada em diversos trabalhos para estimação das capacidades de combinação (NEELE; NAB; LOUWES, 1991; GOPAL, 1998; BARBOSA; PINTO, 1998; ORTIZ; GOLMIZAIE, 2004; GALARRETA et al., 2006; SILVA et al., 2008c; SILVA et al., 2009; MANIVEL et al., 2010). Em todos estes estudos o modelo da análise continha apenas efeitos fixo ou aleatórios, não sendo encontrado nenhum trabalho que contemplasse os chamados modelos mistos.

2.5.1.2 Modelos mistos

O método dos modelos mistos foi desenvolvida por Henderson (1949) para avaliação genética de gado de leite, passando a ser utilizada na prática a partir da década de 80, com avanços tecnológicos computacionais que permitiram seu uso (RESENDE; 2002). Os modelos mistos possuem efeitos fixos, além da média geral, e efeitos aleatórios, além do erro. Nos experimentos de campo, os efeitos dos tratamentos e os efeitos ambientais mensuráveis podem ser considerados como fixos ou aleatórios.

Os procedimentos ótimos de predição de valores genéticos e seleção no melhoramento genético de espécies perenes podem ser resumidos em dois, sendo o primeiro para índice usando todos os efeitos aleatórios do modelo estatístico para o caso balanceado, e o segundo refere-se ao BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) individual para os casos balanceados e desbalanceados. Tal procedimento ajusta os dados para os efeitos ambientais identificáveis e simultaneamente prediz os valores genéticos dos indivíduos candidatos a seleção (RESENDE, 2002). O BLUP precisa dos componentes de variância estimado com precisão, e o procedimento ótimo de estimação de componentes de variância é o REML. O método REML permite produzir estimativas ou predições mais acuradas de efeitos de tratamentos quando existem dados perdidos nos experimentos.

No melhoramento de plantas, os modelos mistos tem sido utilizados, principalmente em análises de espécies florestais, a exemplo de Resende et al. (1996) e em cana-de-açúcar (BARBOSA et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2008). Em espécies de reprodução vegetativa o procedimento ideal de seleção de indivíduos para clonagem na fase inicial do melhoramento é o BLUP individual considerando simultaneamente as informações do indivíduo, da família, do delineamento experimental e do parentesco entre famílias e genitores.

Entretanto, a informação do indivíduo geralmente não é obtida por ocasião da avaliação das famílias, as quais são avaliadas por meio de colheita total das parcelas (RESENDE, 2004).

A metodologia BLUP tem sido muito utilizada em cana-de-açúcar na escolha de genitores, desde a década de 90 na Austrália. Em estudo feito em cana-de-açúcar visando a seleção de famílias para produção de biomassa, via procedimento REML/BLUP, identificaram genitores com elevado efeito genético aditivo para este caráter (BARBOSA et al., 2004). Em outro estudo Barbosa et al. (2005) verificaram que o método BLUP permitiu a seleção das famílias e genitores superiores com base em uma estrutura de cruzamentos dialélicos desbalanceados.

Outra utilização do método REML/BLUP é na identificação de famílias promissoras. Segundo Oliveira et al. (2008) a seleção de famílias por meio deste método pode ser uma estratégia importante para identificar famílias com elevados valores genotípicos, onde haveria maior probabilidade de seleção de clones potenciais. Barbosa et al. (2005), comentam que a seleção de famílias via REML/BLUP, permitiu identificar famílias superiores que poderiam ser utilizadas para a produção de maior quantidade de sementes.

As vantagens da utilização do procedimento REML/BLUP na prática são a comparação de genótipos no tempo e espaços, permitindo a simultânea correção para os efeitos ambientais, estimação de componentes de variância e predição de valores genéticos. Ainda como vantagem permite lidar com estruturas complexas de dados, podendo ser aplicado a dados desbalanceados e a delineamentos não ortogonais. Em qualquer situação, o método BLUP é igual ou superior aos demais métodos para ordenamento de materiais genéticos, predição de valores genéticos e estimação de ganhos genéticos (RESENDE et al., 1996).

2.5.2 Métodos de seleção

Usualmente em programas de melhoramento de plantas com propagação assexuada o método de seleção mais utilizado é a seleção clonal, visto que uma vez selecionado um genótipo superior este pode ser mantido indefinidamente. Este método requer a obtenção de populações numerosas, para maximizar a chance de se obter um genótipo superior, o que acaba resultando em uma baixa eficiência dos programas. Haynes et al. (2012) comentam que os programas de melhoramento produzem anualmente de poucos milhares até um milhão de *seedling*. Alternativas para melhorar a eficiência de seleção têm sido sugeridas como a seleção precoce, que consiste em eliminar parte dos genótipos nas primeiras gerações após a hibridação, e a seleção de famílias, que propõe selecionar as melhores famílias e dentro destas selecionar os melhores clones.

2.5.2.1 Seleção precoce

O melhoramento genético, para a obtenção de novas cultivares, é uma tarefa de longo prazo, uma alternativa para acelerar este processo é realizar a seleção precoce, ou seja, a seleção nas primeiras gerações após a hibridação. A vantagem da seleção precoce é poder otimizar os recursos do programa e encurtar os ciclos de seleção, desde que clones superiores da progênie possam ser adequadamente identificados nas primeiras gerações clonais. Segundo Silva e Pereira (2011) a eliminação dos genótipos inferiores o mais cedo possível permite a economia de recursos, possibilitando direcionar os esforços para populações com maior chance de sucesso na obtenção de genótipos superiores. A identificação precoce de genótipos superiores em populações segregantes reduz o tempo de desenvolvimento de uma nova cultivar e o número de clones a serem mantidos no programa (BISOGNIN; DOUCHES, 2002). Para isso é

necessário obter alta variabilidade genética para os caracteres desejáveis e utilizar parentais com médias altas de caracteres para a progênie (Tai e Young, 1984).

A viabilidade da seleção na geração *seedling* (GS) já tem sido relatada na literatura por diversos estudos com diferentes características (TAI; YOUNG, 1984; NEELE et al., 1999; NEELE; LOUWES, 1989; BISOGNIN; DOUCHES, 2002; SILVA et al., 2007; SILVA et al., 2008a, BENAVENTE et al., 2011). Entretanto alguns estudos questionam a sua eficiência (BROWN et al., 1984; GOPAL; MINOCHA, 1998), e outros reconhecem sua necessidade porém, sugerem uma seleção fraca, eliminando apenas os genótipos indesejáveis (MARIS, 1988; NEELE; LOUWES, 1989; BRADSHAW et al., 1998). Geralmente a não realização de seleção na GS se deve a uma baixa correlação entre esta e as gerações seguintes (MARIS, 1988).

Para Silva e Pereira (2011) uma das causas da baixa eficiência da seleção precoce para algumas características seria a não manifestação de aspectos indesejáveis, nas plântulas em casa de vegetação, e posterior manifestação em campo. A provável causa deste fato seria o tamanho reduzido dos recipientes de cultivo, que limita a expressão de algumas características (VERÍSSIMO et al., 2012). Segundo Silva e Pereira (2011) em algumas instituições este problema tem sido resolvido com a utilização de recipientes maiores, e a seleção tem sido feita no sentido de eliminar genótipos desfavoráveis. Outra causa de insucesso nas primeiras gerações segundo Pinto, Valverde e Rossi (1994) seria o número reduzido de material propagativo de cada genótipo, e a diferença no tamanho dos tubérculos sementes.

Na GS a seleção visual pode ser aplicada eliminando os genótipos fora do padrão (TAI; YOUNG, 1984; GOPAL, 1997; LOVE; WERNER; PAVEK, 1997), com melhor expressão dos caracteres componentes da aparência dos tubérculos (SILVA et al., 2008a). Segundo alguns autores a seleção visual

possui baixa eficiência para alguns caracteres principalmente para produtividade (TAI, 1975; BRADSHAW et al., 1998), e caracteres de baixa herdabilidade. No entanto para alguns caracteres de aparência dos tubérculos, a seleção visual tem se mostrado eficiente (LOVE; WERNER; PAVEK, 1997; SILVA et al., 2008a).

A eficiência da seleção precoce para alguns componentes da aparência dos tubérculos tem sido relatada para caracteres como formato, textura da periderme, profundidade de olhos, e defeitos como curvatura e apontamento (LOVE; WERNER; PAVEK, 1997; SILVA et al., 2008a). No caso de formato de tubérculos Amaro et al. (2003) comentam que a seleção deve ser branda, realizada no sentido de eliminar os genótipos indesejáveis. Para Tai e Young (1984) e Bisognin e Douches (2002) a seleção para caracteres qualitativos dos tubérculos pode ser realizada na GS, aplicando uma intensidade de seleção moderada. A seleção de genótipos na GS, quando realizada, deve ser feita para os caracteres componentes da aparência de tubérculo, como também por meio de avaliações dos caracteres de alta herdabilidade (VERÍSSIMO et al., 2012).

Maior intensidade de seleção pode ser aplicada na primeira geração clonal (PGC) para formato, profundidade das gemas, apontamento e curvatura dos tubérculos (HOWARD, 1978; SILVA et al., 2008a). Benavente e Pinto (2012) sugerem a seleção seqüencial na GS e PGC, para produtividade e peso específico de tubérculos, sendo aplicada uma seleção mais branda seguida de uma mais forte. Entretanto Pinto, Valverde e Rossi (1994) comentam que na PGC haveria ainda predomínio de fatores não genéticos, e o tamanho desuniforme dos tubérculos oriundo da GS influenciariam na performance dos genótipos.

De acordo com a revisão realizada por Silva e Pereira (2011) a seleção nas gerações iniciais pode ser realizada para caracteres que tenham altos valores de herdabilidade, repetibilidade e correlação entre as gerações, entretanto os

autores recomendam cautela ao definir a intensidade de seleção, para não perder genótipos promissores.

2.5.2.2 Seleção de famílias

Uma estratégia para aumentar o ganho genético é proceder a seleção entre famílias, com base no desempenho médio (TAI; YOUNG, 1984; BARBOSA; PINTO, 1998; SILVA et al., 2008a; MELO et al., 2011). Segundo Simmonds (1996), na seleção em espécies de propagação vegetativa, o melhorista tem duas opções: considerar a população inteira e realizar a seleção clonal ou, em contraste, selecionar, inicialmente, apenas as melhores famílias e avaliar os clones pertencentes a essas famílias mais intensivamente nas fases seguintes do programa.

Alguns estudos têm mostrado a superioridade da seleção de famílias sobre a seleção clonal (BRADSHAW et al., 1998; AMARO et al., 2003; DINIZ; PINTO; LAMBERT, 2006; BENAVENTE et al., 2011; MELO et al., 2011). A seleção clonal é ineficiente na GS e PGC, devido a pouca disponibilidade de tubérculos semente nas gerações iniciais, não sendo possível realizar experimentos com repetições, devido ao espaçamento maior entre plantas não há competição entre plantas na parcela e a herdabilidade é baixa.

Amaro et al. (2003) trabalhando com a viabilidade da seleção precoce para formato, teor de matéria seca e de açúcares redutores nos tubérculos, verificaram que as correlações entre as gerações eram maiores a nível de famílias. Estes autores concluem o trabalho sugerindo que a seleção precoce seja realizada para famílias, eliminando as de pior desempenho. Benavente et al. (2011) trabalhando com seleção de famílias para condições de calor observou eficiência da seleção de famílias na GS e PGC para peso específico e na PGC no caso da produtividade, não recomendando a seleção clonal nestas gerações.

Neste trabalho os autores ainda comentam que intensidades de seleção de 20 a 60%, na GS, propiciam a obtenção de famílias que apresentam produtividade e peso específico com médias altas nas gerações seguintes, em condições de temperaturas amenas e de calor.

Para realização deste método de seleção deve existir variação tanto entre como dentro das famílias (SIMMONDS, 1996). Um fato que contribui para a eficiência da seleção de famílias em batata, é que a variância genética dentro de famílias é maior que a variância entre famílias (BRADSHAW et al., 1998; DINIZ; PINTO; LAMBERT, 2006; MELO et al., 2011) indicando que um grande potencial é alcançado com a seleção dentro das melhores famílias. Segundo Diniz, Pinto e Lambert (2006) as melhores famílias contêm um maior número de clones superiores e, nas famílias inferiores os poucos clones superiores que ela possui, na sua grande maioria, não superam os melhores clones das outras famílias. Simmonds (1996) trabalhando com simulação de dados verificou que aproximadamente 70% dos melhores indivíduos pertenciam às 20% melhores famílias.

Resultados obtidos por Oliveira et al. (2008), em cana-de-açúcar mostraram que foram selecionados maior número de clones potenciais para caracteres quantitativos através da seleção de famílias, quando comparado à seleção clonal. Também em cana-de-açúcar estudos mostram que a seleção com base nas melhores famílias é efetiva para identificar quais famílias teriam maior proporção de clones elites (KIMBENG; COX, 2003). Para Kimbeng e Cox (2003) realizar a seleção de famílias tendo como objetivo a seleção de clones superiores, é possível, pois a probabilidade de se encontrar clones elites em fases avançadas de seleção do programa de melhoramento tenderá a ser maior com estas famílias selecionadas.

Outro ponto favorável à seleção de famílias, quando comparada à seleção clonal, é que o seu desempenho pode ser mensurado em vários

ambientes ainda nas etapas iniciais do processo seletivo (SIMON; PINTO; BENITES, 2009; MELO et al., 2011; HAYNES et al., 2012). A seleção com base na média dos ambientes visando adaptação ampla tem sido relatada por alguns autores (SIMMONDS, 1996; JACKSON; MCRAE; HOGARTH, 1995; HAYNES et al., 2012). Ao estabelecer ensaios de famílias em mais de um local ou safra, é possível obter estimativas de herdabilidade com maior precisão, verificar a ocorrência da interação famílias x ambientes e realizar análises de estabilidade e adaptabilidade (MELO et al., 2011).

Em geral a seleção de famílias pode ser aplicada em condições de baixa herdabilidade do caráter, pequenas variações atribuídas ao ambiente comum e famílias com número representativo de indivíduos. Quando os caracteres sob seleção são de baixa herdabilidade a seleção de famílias pode ser adotada, pois nestes casos os maiores desvios são decorrentes dos efeitos ambientais, sendo que esses tende a se anular, com isso, a média fenotípica da família será mais próxima da média genotípica (BRESSIANI; VENCOVSKY; BURNQUIST, 2002). Para se trabalhar com famílias é necessário uma amostra de indivíduos capazes de representar esta, alguns estudos em batata estimaram que este número varia entre 30 e 80 (BRADSHAW; MACKAY, 1994; DINIZ; PINTO; LAMBERT, 2006)

A seleção entre e dentro de famílias, consiste em tomar os melhores indivíduos dentro das melhores famílias, aumentando assim a eficiência da seleção de famílias. Segundo Bradshaw et al. (1998) a seleção de famílias superiores na GS e PGC, seguida por seleção clonal dentro destas famílias nas gerações seguintes tem sido eficiente na seleção de genótipos superiores. Melo et al. (2011) trabalhando com batata desde a PGC até a TGC no nível de famílias, sugeriram intensidade de seleção de 50% entre famílias e de 10% dentro.

A seleção de família é uma estratégia que tem sido utilizada em batata (BRADSHAW et al., 1998) e em cana-de-açúcar (JACKSON; MCRAE; HOGARTH, 1995). No entanto, a seleção precoce de famílias se torna eficiente, desde que se concentrem esforços somente nas famílias que se mostrarem mais promissoras (GOPAL, 1997; NEELE; LOUWES, 1989). A seleção com base em testes de progênies é sempre mais eficiente e tem sido empregada no melhoramento por atender tanto os objetivos de seleção e melhoria genética, quanto ao estudo dos parâmetros genéticos (KAGEYAMA; VENCOVSKY, 1983).

REFERÊNCIAS

AKSENOVA, N. P. et al. Interaction between day length and phytohormones in the control of potato tuberization in the in vitro culture. **Russian Journal of Plant Physiology**, Moscow, v. 56, n. 4, p. 454-461, July 2009.

AMARO, G. B. et al. Early selection of potato clones for tuber characters. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 3, p. 585-589, maio/jun. 2003.

AMES, M.; SPOONER, D. M. DNA from herbarium specimens settles a controversy about origins of the European potato. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 95, n. 2, p. 252-257, Feb. 2008.

BARBOSA, M. H. P. et al. Selection of sugarcane families and parents by REML/BLUP. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 5, p. 443-450, 2005.

BARBOSA, M. H. P. et al. Use of REML/BLUP for the selection of sugarcane families specialized in biomass production. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 4, p. 218-226, 2004.

BARBOSA, M. H. P.; PINTO, C. A. B. P. Análise dialélica parcial entre cultivares de batata nacionais e introduzidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 307-320, mar. 1998.

BENAVENTE, C. A. T. et. al. Repeatability of family means in early generations of potato under heat stress. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 11, n. 4, p. 330-337, Dec. 2011.

BENAVENTE, C. A. T.; PINTO, C. A. B. P. Selection intensities of families and clones in potato breeding. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, n. 1, p. 60-68, Jan./Feb. 2012.

BISOGNIN, D. A.; DOUCHES, D. S. Early generation selection for potato tuber quality in progenies of late blight resistant parents. **Euphytica**, Wageningen, v. 127, n. 1, p.1-9, 2002.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2001.

BRADSHAW, J. E. et al. Early-generation selection between and within pair crosses in a potato (*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*) breeding programme. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 97, n. 8, p. 1331-1339, Dec. 1998.

BRADSHAW, J. E.; BRYAN, G. J.; RAMSEY, G. Genetic resources (including wild and cultivated *Solanum* species) and progress in their utilisation in potato breeding. **Potato Research**, Wageningen, v. 49, n. 1, p. 49-65, Jan. 2006.

BRADSHAW, J. E.; MACKAY, G. R. Breeding strategies for clonally propagated potatoes. In: BRADSHAW, J. E.; MACKAY, G. R. (Ed.). **Potato genetics**. Wallingford: CAB International, 1994. p. 467-497.

BRESSIANI, J. A.; VENCOVSKY, R.; BURNQUIST, W. L. Interação entre famílias de cana-de-açúcar e locais: efeito na resposta esperada com a seleção. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 1, p. 1-10, 2002.

BROWN, J.; DALE, M. F. B. Identifying superior parents in a potato breeding program using cross prediction techniques. **Euphytica**, Wageningen, v. 104, n. 3, p. 143-149, 1998.

BROWN, J. et al. The efficiency of seedling selection by visual preference in a potato breeding program. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 103, n. 2, p. 339-346, Oct. 1984.

CARVALHO, F. I. F. et al. **Estimativas e implicações da herdabilidade como estratégia de seleção**. Pelotas: Editora Universitária da UFPel, 2001.

CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. La Molina: CIP, 2010.
Disponível em: <www.cipotato.org>. Acesso em: 15 fev. 2013.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**: volume 1. Viçosa: Editora da UFV, 2004.

DINIZ, M. C.; PINTO, C. A.; LAMBERT, E. S. Sample size for family evaluation in potato breeding programs. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 277-282, Mar./Apr. 2006.

FONTES, P. C. R.; FINGER, F. L. Dormência dos tubérculos, crescimento da parte aérea e tuberização da batateira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 197, p. 24-29, mar./abr. 1999.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS STATISTICAL DATABASE. Washington: FAOSTAT, 2011.
Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acesso em: 15 out. 2013.

GALARRETA, J. I. R. et al. Combining ability and correlations for yield components in early generations of potato breeding. **Plant Breeding Reviews**, Westport, v. 125, n. 2, p. 183-186. 2006.

GINZBERG, I. et al. Potato tuber skin development: the effect of hot climate. **ISHS Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 684, p. 93-98, 2005.

GOPAL, J. Identification of superior parents and crosses in potato breeding programmes. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 96, n. 2, p. 287-293, 1998.

GOPAL, J. Progeny selection for agronomic characters in early generations of a potato breeding programme. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 95, n. 1-2, p. 307-311, July 1997.

GOPAL, J.; MINOCHA, J. L. Effectiveness of in vitro selection for agronomic characters in potato. **Euphytica**, Wageningen, v. 103, n. 1, p. 67-74, 1998.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, Melbourne, v. 9, n. 4, p. 463-493, 1956.

GRUNENFELDER, L. A. et al. Glycoalkaloid development during greening of fresh market potatoes (*Solanum tuberosum* L.). **Journal Agricultural Food Chemistry**, Washington, v. 54, n. 16, p. 5847-5854, Aug. 2006.

HANCOCK, J. F. **Plant evolution and the origin of crop species**. New Jersey: Prentice Hall, 1992.

HAVERKORT, A. J.; VERHAGEN, A. Climate change and its repercussions for the potato supply chain. **Potato Research**, Wageningen, v. 51, n. 3, p. 223-237, 2008.

HAWKES, J. G. History of the potato. In: HARRIS, P. M. (Ed.). **The potato crop: the scientific basis for improvement**. London: Chapman & Hall, 1978. p. 1-14.

HAWKES, J. G.; FRANCISCO-ORTEGA, J. The potato in Spain during the late 16th century. **Economic Botany**, Bronx, v. 46, n. 1, p. 86-97, Jan./Mar. 1992.

HAYNES, K. G. et al. Early generation selection at multiple locations may identify potato parents that produce more widely adapted progeny. **Euphytica**, Wageningen, v. 186, n. 2, p. 573-583, July 2012.

HENDERSON, C. R. Estimation of changes in herd environment. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 32, p. 709, 1949.

HIJMANS, R. J. Global distribution of the potato crop. **American Journal of Potato Research**, Orono, v. 78, n. 6, p. 403-412, Nov./Dec. 2001.

HILLER, L. K.; THORNTON, R. E. Management of physiological disorders. In: ROWE, R. C. **Potato health management**. Saint Paul: APS, 1993.

HOOKER, W. J. **Compendium of potato diseases**. Saint Paul: APS, 1990.

HOSAKA, K. Evolutionary pathway of T-type chloroplast DNA in potato. **American Journal of Potato Research**, Orono, v. 81, n. 2, p. 153-158, Mar./Apr. 2004.

HOWARD, H. W. The production of new varieties. In: HARRIS, P. M. (Ed). **The potato crop: the scientific basis for improvement**. London: Chapman & Hall, 1978. p. 607-646.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 out. 2013.

JACKSON, P. A.; MCRAE, T. A.; HOGARTH, D. M. Selecting sugarcane families across variable environments. Sources of variation and an optimal selection index. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 43, n. 2, p. 109-118, Oct. 1995.

JONG, H. de; BURNS, V. J. Inheritance of tuber shape in cultivated diploid potatoes. **American Potato Journal**, Orono, v. 70, n. 3, p. 267-283, Mar. 1993.

KAGEYAMA, P. Y.; VENCOVSKY, R. Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, Piracicaba, v. 24, p. 9-26, ago. 1983.

KHEDHER, M. B.; EWING, E. E. Growth analysis of eleven potato cultivars grown in the greenhouse under long photoperiods with and without heat stress. **American Potato Journal**, Orono, v. 62, n. 10, p. 537-554, Oct. 1985.

KIMBENG, C. A.; COX, M. C. Early generation selection of sugarcane families and clones in Australia: a review. **Journal American Society of Sugarcane Technologist**, Baton Rouge, v. 23, p. 20-39, 2003.

KUMAR, R.; GOPAL, J. Repeatability of progeny mean, combining ability, heterosis and heterobeltiosis in early generations of a potato breeding program. **Potato Research**, Amsterdam, v. 49, n. 2, p. 131-141, July 2006.

LAMBERT, E. S.; PINTO, C. A. B. P.; BENITES, F. R. G. Potato improvement for tropical conditions: I. Analysis of stability. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 6, n. 2, p. 129-135, Apr. 2006.

LEVY, D.; VEILLEUX, R. E. Adaptation of potato to high temperatures and salinity: a review. **American Journal of Potato Research**, Orono, v. 84, p. 487-506, June 2007.

LI, X. Q. et al. Inheritance and genetic mapping of tuber eye depth in cultivated diploid potatoes. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 110, n. 6, p. 1068-1073, Apr. 2005.

LOVE, S. L.; WERNER, B. K.; PAVEK, J. J. Selection for individual traits in the early generations of a potato breeding program dedicated to producing cultivars with tuber having long shape and russet skin. **American Journal of Potato Research**, Orono, v. 74, n. 3, p. 199-213, May/June 1997.

MADAIL, J. C. M. et al. **Preferências do consumidor de batatas no sul do Estado do Rio Grande do Sul**. Pelotas: CPACT/EMBRAPA, 2009.

MANIVEL, P. et al. Heterosis and combining ability for tuber dry matter and yield in potato (*Solanum tuberosum* L.) over two clonal generations under short-day sub-tropic conditions. **Electronic Journal of Plant Breeding**, Easton, v. 1, n. 3, p. 287-296, June 2010.

MARIS, B. Analysis of an incomplete diallel cross among three ssp. *tuberosum* varieties and seven long-day adapted ssp. *andigena* clones of the potato (*Solanum tuberosum* L.). **Euphytica**, Wageningen, v. 41, n. 1-2, p. 163-182, Apr. 1989.

MARIS, B. Correlations within and between characters between and within generations as a measure for the early generations selection in potato breeding. **Euphytica**, Wageningen, v. 37, n. 3, p. 205-224, 1988.

MELO, D. S. et al. Early selection of potato full-sib families. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1101-1109, Nov./Dec. 2011.

MELO, P. E.; BUSO, J. A.; LOPES, C. A. Rede melhor batata: foi dado o primeiro passo! **Revista Batata Show**, Itapetininga, v. 6, n. 16, p. 7-8, 2006.

MENEZES, C. B. de et al. Combining ability of potato genotypes for cool and warm seasons in Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 1, n. 2, p. 145-157, Apr./June 2001.

MENEZES, C. B. et al. Avaliação de genótipos de batata (*Solanum tuberosum* L.) nas safras “das águas” e de inverno no sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, p. 776-783, 1999.

NEELE, A. E. F.; LOUWES, K. M. Early selection for chip quality and dry matter content in potato seedling populations in greenhouse or screenhouse. **Potato Research**, Wageningen, v. 32, n. 3, p. 293-300, 1989.

NEELE, A. E. F.; NAB, H. J.; LOUWES, K. M. Identification of superior parents in a potato breeding programme. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 82, n. 3, p. S264-S272, 1991.

NIELSEN, N. K. An investigation of the regenerative power of periderm in potato tubers after wounding. **Acta Agriculturae Scandinavica**, The Hauge, v. 18, n. 3, p. 113-120, Nov. 1968.

OLIVEIRA, R. A. de et al. Seleção de famílias de cana-de-açúcar via modelos mistos. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 3, p. 269-274, 2008.

ORTIZ, R.; GOLMIRZAIE, A. M. Genotype x environment interaction and selection in true potato seed breeding. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 40, n. 1, p. 99-107, Jan. 2004.

PÁDUA, J. G. de et al. Potencial produtivo de cultivares francesas de batata para o estado de Minas Gerais. **Revista Trópica: ciências agrárias e biológicas**, Brasília, v. 3, n. 2, p. 73-78, 2009.

PEREIRA, A. da S.; DANIELS, J. **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003.

PEREIRA, E. M. S.; LUZ, J. M. Q.; MOURA, C.C. **A batata e seus benefícios nutricionais**. Uberlândia: EDUFU, 2005.

PINTO, C. A. B. P. Melhoramento genético da batata. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 197, p. 120-128, mar./abr. 1999.

PINTO, C. A. B. P.; VALVERDE, V. I. R.; ROSSI, M. S. Eficiência da seleção nas primeiras gerações clonais em batata (*Solanum tuberosum* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 5, p. 771-778, maio 1994.

RESENDE, M. D. V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa, 2002.

RESENDE, M. D. V. et al. Estimação de componentes de variância e predição de valores genéticos pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML) e melhor predição linear não viciada (BLUP) em Pinus. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 32-33, p. 18-45, jan./dez. 1996.

RESENDE, M. D. V. **Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004.

RIOS, D. M. et al. What is the origin of the european potato? Evidence from canary island landraces. **Crop Science**, Madison, v. 47, n. 3, p. 1271-1280, May 2007.

SARQUÍ, J. I.; GONZALEZ, H.; BERNAL-LUGO, I. Response of two potato clones (*S. tuberosum* L.) To contrasting temperature regimes in the field. **American Journal of Potato Research**, Orono, v. 73, n. 7, p. 285-300, July 1996.

SILVA, G. O. et al. Capacidade de combinação multivariada para caracteres de tubérculo em gerações iniciais de seleção em batata. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 321-325, mar./abr. 2008c.

SILVA, G. O. et al. Estimativa de capacidades de combinação em gerações iniciais de seleção de batata. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 3, p. 275-279, 2009.

SILVA, G. O. et al. Qualidade de película de famílias clonais de batata. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 633-638, 2008b.

SILVA, G. O. et al. Seleção para caracteres fenotípicos de tubérculos nas primeiras gerações em batata. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 3, p. 168-172, 2008a.

SILVA, G. O.; PEREIRA, A. S. Seleção em gerações iniciais para caracteres agronômicos em batata. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 499-455, 2011.

SILVA, G. O. et al. Correlações entre caracteres de aparência e rendimento e análise de trilha para aparência de batata. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 3, p. 381-388, 2007.

SIMMONDS, N. W. Family selection in plant breeding. **Euphytica**, Wageningen, v. 90, n. 2, p. 201-208, 1996.

SIMON, G. A.; PINTO, C. A. B. P.; BENITES, F. R. G. Seleção de famílias clonais de batata em diferentes ambientes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 164-169, 2009.

SPOONER, D. M. et al. A single domestication for potato based on multilocus amplified fragment length polymorphism genotyping. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 102, n. 41, p. 14694-14699, 2005.

TAI, G. C. C. Effectiveness of visual selection for early clonal generation seedling of potato. **Crop Science**, Madison, v. 15, n. 1, p. 15-18, Jan./Feb. 1975.

TAI, G. C. C.; YOUNG, D. A. Early generation selection for important agronomic characteristics in a potato breeding population. **American Potato Journal**. Orono, v. 61, n. 7, p. 419-434, July 1984.

VAN DAM, J.; KOOMAN, P. L.; STRUIKI, P. C. Effects of temperature and photoperiod on early growth and final number of tubers in potato (*Solanum tuberosum* L.). **Potato Research**, Wageningen, v. 39, n. 1, p. 51-62, 1996.

VAN ECK, H. J. et al. Multiple alleles for tuber shape in diploid potato detected by qualitative and quantitative genetic analysis using RFLPs. **Genetics**, Baltimore, v. 137, n. 1, p. 303-309, May 1994.

VERÍSSIMO, M. A. A. et al. Expressão de caracteres de tubérculos em função do tamanho de recipiente usado no cultivo de batata na geração de plântulas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n.6, p. 787-793, nov./dez. 2012.

SEGUNDA PARTE - ARTIGOS

ARTIGO 1

ASSOCIAÇÃO ENTRE CARACTERES DOS TUBÉRCULOS DE BATATA NAS GERAÇÕES INICIAIS SOB CONDIÇÕES CONTRASTANTES DE TEMPERATURA

RESUMO

A eliminação de genótipos indesejáveis no início do programa de melhoramento proporciona uma economia de recursos, e a correlação é uma ferramenta que auxilia na seleção precoce, ou a seleção indireta, através de caracteres correlacionados. O objetivo deste trabalho foi estimar a correlação entre os caracteres de aparência, produção e peso específico dos tubérculos, e avaliar a viabilidade da seleção precoce. Utilizou-se neste estudo famílias clonais oriundas de um dialeto parcial entre cultivares de boa aparência de tubérculos e clones tolerantes ao calor. Realizaram-se experimentos em casa de vegetação e em campo nas primeiras gerações. Foram avaliados caracteres de aparência dos tubérculos e também produtividade e peso específico, estimou-se a correlação entre os caracteres e entre as gerações. O formato dos tubérculos foi a característica que apresenta maior correlação entre as gerações. Verificou-se uma boa correlação entre o formato dos tubérculos e defeitos como apontamento e curvatura, na primeira e segunda geração clonal conduzidas em campo. Para produtividade e peso específico dos tubérculos constatou-se uma boa correlação entre os experimentos conduzidos em casa de vegetação. Concluiu-se é eficiente a seleção precoce para formato de tubérculos na geração *seedling*. E na primeira geração clonal para formato de tubérculos, profundidade de olhos, e contra os defeitos apontamento e curvatura dos tubérculos.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum* L. Seleção indireta. Melhoramento genético.

ABSTRACT

Elimination of undesirable genotypes at the beginning of a breeding program provides resource savings and the correlation is a tool that assists in early selection or indirect selection through correlated traits. The aim of this study was to estimate correlations between tuber appearance characters, tuber yield and tuber specific gravity, and assess the feasibility of early selection. In this study clonal families from a partial diallel design among cultivars with good tuber appearance and heat tolerant clones were used. Experiments were conducted under greenhouse and field conditions in the first generations. Characters related to tuber appearance, tuber yield and tuber specific gravity were assessed and correlations estimated between traits and between generations. Tuber shape was the trait with the highest correlation between generations. There was a moderate correlation between tuber shape and defects such as pointing and curvature in the first and second clonal generations conducted in the field. For tuber yield and tuber specific gravity we found moderate correlations between experiments conducted in the greenhouse. It was found that early selection was efficient for tuber shape in the seedling generation and for tuber shape, eye depthness and against the defects pointing and curvature in the first clonal generation.

Keywords: *Solanum tuberosum* L. Indirect selection. Breeding.

INTRODUÇÃO

Na condução de um programa de melhoramento diversos caracteres devem ser considerados pelo melhorista de batata, desde aspectos relacionados com a produtividade e qualidade dos tubérculos, até características relacionadas à aparência dos tubérculos. Do ponto de vista de qualquer segmento de consumo a produtividade é uma condição para o sucesso do genótipo, a qualidade dos tubérculos com relação ao teor de matéria seca é uma exigência da indústria de processamento e tubérculos com boa aparência se tornou um costume do mercado para uso doméstico.

A aparência dos tubérculos é um caráter difícil de ser trabalhado devido sua complexidade (TAI, 1975), e a um grande número de características que a compõe difíceis de serem detectadas (SILVA et al., 2007). Segundo Love et al. (1997) uma estratégia seria a decomposição da aparência geral em componentes individuais, pois estes tem maior herdabilidade, o que levaria a uma maior eficiência de seleção.

As altas temperaturas comprometem o desenvolvimento da cultura da batata reduzindo a produtividade e o teor de matéria seca e também podem comprometer a aparência dos tubérculos provocando desordens fisiológicas como embonecamento e rachaduras (LEVY; VEILLEUX, 2007). Alguns trabalhos têm mostrados que as altas temperaturas afetam a periderme dos tubérculos, comprometendo a aparência lisa e brilhante (GINZBERG et al., 2005; 2009). Estes autores relataram que temperaturas elevadas aumentam o número de células da periderme, reduzindo a elasticidade da pele fazendo com que ocorram fissuras, dando uma aparência áspera aos tubérculos. Outro efeito das altas temperaturas é a maior pressão de pragas e patógenos, como insetos, nematóides, fungos e bactérias (HAVERKORT; VERHAGEM, 2008), que também podem prejudicar a aparência dos tubérculos.

O melhoramento de batata se inicia com hibridações controladas, que originam milhares de sementes botânicas, que serão semeadas e darão origem as plântulas, etapa conhecida por fase S ou geração *seedling* (GS). Geralmente a GS é conduzida em casas de vegetação, em recipientes de pequeno volume, e a primeira geração clonal (PGC) e segunda geração clonal (SGC), são conduzidas em campo (SILVA; PEREIRA, 2011). A seleção de genótipos superiores normalmente não é realizada nas primeiras gerações clonais, a seleção na fase S não é aplicada rotineiramente por ter sua eficiência questionável (SILVA et al., 2008). A eliminação de genótipos indesejáveis no início do programa de melhoramento proporciona uma economia de recursos, como mão de obra, insumos e área de plantio nas gerações seguintes (SILVA; PEREIRA, 2011). A retenção de genótipos na GS e PGC varia de 3 a 30% (SILVA et al., 2008), dependendo dos objetivos e estrutura dos programas de melhoramento.

A associação entre características é uma ferramenta que possibilita a seleção indireta, através de caracteres correlacionados, nas gerações iniciais de seleção, pode permitir que um caráter complexos, possam ser melhorados através da seleção de componentes menos complexos ou de fácil medição (CRUZ; REGAZZI, 2001). Objetivou-se com este trabalho estimar a correlação entre os caracteres de aparência, produção e peso específico dos tubérculos, e avaliar a viabilidade da seleção precoce para esses caracteres de aparência dos tubérculos, assim como a relação entre os caracteres.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste trabalho foram cruzados seis cultivares comerciais e oito clones do programa de melhoramento genético da batata da Universidade Federal de Lavras (PROBATATA-UFLA). Utilizou-se o esquema dialélico parcial (cultivares x clones) sendo produzidas 22 famílias clonais. As cultivares Caesar, Cupido, Markies, Monalisa, Vivaldi e Voyager foram selecionadas por apresentarem ótima aparência de tubérculos (i.e., pele amarelo-clara, lisa e brilhante, olhos rasos, formato alongado ou ovalado, polpa de cor creme, livre de desordens internas ou externas). Os clones do PROBATATA CBM 04-48, CBM 07-78, CBM 16-16, CBM 22-19, SR1 07-16, SR2 21-02, SR2 35-05 e SR2 50-02 foram escolhidos por apresentarem tolerância ao calor (LAMBERT et al., 2006; BENITES et al., 2011).

As sementes botânicas foram semeadas em bandejas de isopor e posteriormente as plântulas foram transplantadas para vasos plásticos com volume de 0,5 l, contendo substrato organo-mineral, para produzir a GS, não foi utilizado nenhum delineamento. De cada família foram cultivadas aproximadamente 100 plântulas nesta geração, em casa de vegetação, durante a safra de inverno no período de março a julho de 2011, sob condições de temperatura amenas. As plântulas foram cultivadas até aproximadamente 100 dias e na colheita tomaram-se dois tubérculos de cada clone. Foram avaliados os caracteres aparência geral de tubérculos, formato de tubérculos, profundidade de olhos (gemas) e aspereza da pele, empregando-se uma escala de notas variando de 1 (pior desempenho) a 5 (melhor desempenho).

A PGC foi plantada simultaneamente em casa de vegetação e no campo na safra das águas, no período de outubro de 2011 a março de 2012, em condições de temperatura elevada. No experimento conduzido em casa de vegetação os clones foram plantados em vasos de 3,0 l com substrato organo-

mineral. O experimento realizado sob condições de campo foi plantado na fazenda experimental da EPAMIG, no município de Pouso Alegre-MG, num Latossolo Vermelho-Amarelo de textura média em um espaçamento de 0,5 x 0,8 m. Para realização destes experimentos foram tomados 30 clones ao acaso, que foram divididos em três repetições, sendo as parcelas representadas por 10 clones de cada família, no delineamento de blocos casualizados.

Foram avaliados os seguintes caracteres dos tubérculos: formato (nota 1 = redondo a nota 5 = alongado), profundidade de olhos (nota 1 = olhos profundos a nota 5 = olhos rasos), defeitos: apontamento, achatamento, curvatura (nota 1 = defeito mais acentuado a nota 5 = ausência de defeito), aparência geral (nota 1 = má aparência a nota 5 = boa aparência), aspereza da pele (nota 1 = pele áspera a nota 5 = pele lisa), cor da pele (nota 1 = amarelo escuro a nota 5 = amarelo claro), cor da polpa (nota 1 = branco a nota 5 = amarelo). No experimento de campo, mas não na casa de vegetação, foram avaliados ainda a uniformidade de tamanho e a uniformidade de formato (nota 1 = pouco uniforme a nota 5 = muito uniforme), a produtividade de tubérculos e o peso específico de tubérculos. As notas dos caracteres de aparência dos tubérculos foram atribuídas por três avaliadores.

Para condução dos experimentos da SGC utilizou-se vinte clones de vinte e duas famílias, totalizando quatrocentos e quarenta clones. Vale ressaltar que os clones utilizados neste experimento não foram necessariamente os mesmos utilizados na geração anterior, estes vinte clones utilizados foram tomados aleatoriamente dentro das famílias. Os experimentos da SGC foram conduzidos no delineamento de blocos ao acaso com vinte repetições por família, as parcelas foram constituídas por cinco plantas de um clone de cada família. O experimento também foi conduzido na fazenda experimental da EPAMIG, no município de Pouso Alegre- MG, durante a safra de inverno, no período de junho a outubro de 2012, e o espaçamento utilizado foi de 0,3 x 0,8

m. Os caracteres avaliados na SGC foram os mesmos da PGC, e as notas foram atribuídas exatamente pelos mesmos avaliadores.

Nos dois experimentos conduzidos em condições de campo a adubação utilizada foi de 3500 kg de fertilizante formulado 04-14-08 (N, P₂O₅, K₂O) no plantio, e no momento da amontoa foi realizada a adubação de cobertura com 400 kg de fertilizante formulado 20-05-20. O preparo de solo, o manejo de irrigação e as pulverizações com defensivos foram realizadas conforme a prática dos produtores na região.

Foram realizadas análises de variância individuais, e também foram estimadas as correlações fenotípicas entre todos os caracteres em uma mesma geração e entre gerações empregando o software SAS (SAS Institute, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de variância mostraram diferença significativa entre as famílias clonais, e a acurácia esteve acima de 80% para a maioria das características avaliadas. As exceções em ambos os casos foram para curvatura dos tubérculos na PGC no campo, uniformidades de tamanho e formato na SGC. As correlações entre gerações e entre caracteres demonstra a associação entre as variáveis, além de ser um bom indicativo da herdabilidade (Silva e Pereira, 2011). Segundo Carvalho et al. (2004) os coeficientes de correlação podem ser classificadas como nula ($r = 0$); fraca ($0 < |r| \leq 0,3$); média ($0,3 < |r| \leq 0,6$); forte ($0,6 < |r| \leq 0,9$); fortíssima ($0,9 < |r| \leq 1$) e perfeita ($|r| = 1$). Baseado nesta classificação a maioria das correlações entre os caracteres de aparência dos tubérculos foram médias.

Para os caracteres de aparência dos tubérculos avaliados na GS apenas formato apresentou uma correlação considerável com as gerações seguintes (Tabela 1). Estas correlações podem ser classificadas como forte entre a GS e a PGC, em ambos os ambientes (Tabela 1), sendo superiores aos valores encontrados por Silva et al. (2008). A correlação entre a GS e SGC, para formato de tubérculos foi fraca (Tabela 1), sendo o valor encontrado muito inferior ao encontrado por Silva et al. (2008). Estes autores trabalharam com 20 famílias obtidas de cruzamentos entre genitores contrastantes para os caracteres de aparência, e os mesmos 45 clones de cada família na GS, PGC e SGC, nas safras de primavera e verão em Pelotas-RS, e concluíram que a seleção de famílias na GS pode ser realizada com maior pressão de seleção para formato de tubérculos.

Tabela 1 Correlação fenotípica entre a GS e as PGC em campo, PGC em casa de vegetação (c.v.) e SGC, para formato (Form), textura da periderme (Pele), profundidade de olhos (Olho) e aparência geral dos tubérculos (Apg)

	Form	Pele	Olho	Apg
PGC	0.64**	-0.12	0.24	-0.32**
PGC (c.v.)	0.75**	0.54**	0.10	-0.37**
SGC	0.18	0.37**	-0.18	-0.17

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

Vale ressaltar que a GS foi conduzida em vasos de 0,5 l, restringindo o crescimento dos tubérculos. O fator do tamanho do recipiente não possibilitou uma boa avaliação da aparência geral dos tubérculos, sendo as correlações com os demais ambientes negativas. Este resultado indica que a avaliação desta característica não deve ser realizada na GS quando cultivada em recipientes que não permitam o adequado crescimento dos tubérculos. Em um trabalho conduzido por Veríssimo et al. (2012) visando avaliar a influência do tamanho do vaso sobre caracteres de aparência e rendimento na GS, os autores concluíram que recipientes maiores permitem melhor expressão da variabilidade das características. Os autores ainda relatam que os vasos maiores proporcionam melhorias na variação genética de caracteres de aparência dos tubérculos, propiciando melhores resultados na seleção precoce de famílias clonais.

Os resultados apresentados na Tabela 1 sugerem a viabilidade de se realizar a seleção de famílias para formato dos tubérculos na GS, com algum sucesso. A seleção precoce de famílias para formato dos tubérculos já foi relatada na literatura por alguns autores (AMARO et al., 2003; GOPAL 1997; SILVA et al., 2008; 2009). O formato dos tubérculos está relacionado com a aptidão de uso, para a indústria de batata chips o ideal são genótipos de formato redondo, já para pré-frita congelada prefere-se genótipos mais alongados e para

o uso doméstico o mais aceito seria um formato oval. Assim seleção precoce para formato de tubérculos poderia ser empregada de maneira a eliminar as famílias com formato indesejável para determinada aptidão de uso.

Entre a PGC e a SGC, cultivadas no campo, a correlação para o formato dos tubérculos foi muito baixa e negativa, mostrando não haver associação entre as gerações (Tabela 2). Já para os dois ambientes de avaliação da PGC (campo e casa de vegetação), a correlação se mostrou favorável e de média magnitude (Tabela 3), mostrando que a seleção para esta característica na primeira geração clonal pode ser realizada em casa de vegetação. Gopal (1997) relatou uma correlação de 0,53 para formato de tubérculos entre a PGC e a SGC. Neste estudo os autores avaliaram a eficiência da seleção de famílias nas gerações iniciais, trabalhando com 90 famílias da GS até a SGC, e avaliando diversas características, nas condições de outono na Índia.

Tabela 2 Correlação fenotípica entre os caracteres de aparência dos tubérculos na PGC e SGC, cultivadas em campo, para formato (Form), textura da periderme (Pele), profundidade de olhos (Olho), aparência geral dos tubérculos (Apg), apontamento (Apont), achatamento (Achat), curvatura (Curv), uniformidade de tamanho (UTam) e uniformidade de formato (UForm)

	Form	Pele	Olho	Apg	Apont	Achat	Curv	UTam	UForm
Form	-0.07	0.04	-0.00	0.41**	-0.58**	0.28**	-0.32**	0.12	0.09
Pele	0.06**	0.10	-0.20**	0.06	-0.06	0.28**	-0.24**	-0.10	-0.24**
Olho	0.16**	0.01	0.30**	0.04	0.11	-0.11	0.10	-0.08	-0.06
Apg	-0.01	0.18**	-0.01	0.32**	-0.13	0.21**	-0.27**	0.09	0.21**
Apont	-0.56**	-0.06*	-0.06**	0.07*	0.45**	-0.14*	0.05	-0.08	-0.20**
Achat	-0.03	0.01	-0.14**	0.09**	0.01	0.34**	-0.22**	0.10	0.06
Curv	-0.36**	-0.02	-0.08**	0.00	0.34**	-0.04	0.49**	-0.09	-0.04
UTam	-0.05	0.07**	-0.05	0.04	0.03	0.01	-0.01	-0.31**	0.28**
UForm	0.05*	0.02	-0.02	0.19**	-0.04	0.06	-0.07**	0.17**	-0.09

Correlação PGC acima diagonal; SGC abaixo diagonal; entre gerações diagonal principal

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

Tabela 3 Correlação fenotípica entre os caracteres de aparência dos tubérculos da PGC cultivada em casa de vegetação, e entre os ambientes de cultivo, para formato (Form), textura da periderme (Pele), profundidade de olhos (Olho), aparência geral dos tubérculos (Apg), apontamento (Apont), achatamento (Achat) e curvatura (Curv)

	Form	Pele	Olho	Apg	Apont	Achat	Curv
Form	0.53**	-0.07	-0.17	-0.17	0.02	0.13	0.06
Pele		-0.39**	-0.06	0.43**	0.01	-0.13	-0.21**
Olho			0.43**	-0.04	-0.03	-0.04	0.05
Apg				0.25**	-0.37**	0.18	-0.45**
Apont					0.34**	-0.57	0.27**
Achat						0.14	-0.17
Curv							0.36**

Correlação em casa de vegetação acima diagonal; entre casa de vegetação e campo diagonal principal

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

A correlação para textura da periderme entre a GS e as gerações seguintes, apenas apresentou um valor considerável com a PGC cultivada em casa de vegetação (Tabela 1). Este resultado provavelmente ocorreu devido a ambos os ensaios terem sido conduzidos em casa de vegetação, utilizando substrato organo-mineral. Sabe-se que esta característica tem grande influência do substrato de cultivo, sendo influenciada pela textura e teor de matéria orgânica (NIELSEN 1968). A correlação fraca e negativa, entre a GS e a PGC, no campo (Tabela 1), provavelmente ocorreu devido à presença de nematóides nos tubérculos, e as condições climáticas desfavoráveis para a cultura da batata. A correlação da GS com SGC é classificada como média (Tabela 1), nesta geração o tipo de solo e as condições ambientais favoreceram a avaliação da textura da periderme. No trabalho de Silva et al. (2008), as correlações

encontradas, entre a GS com a PGC e entre a GS com a SGC, para textura da periderme foram de média magnitude, e a com a SGC foi maior.

Para a textura da periderme a correlação entre a PGC e a SGC, cultivadas em campo, também foi muito baixa e negativa (Tabela 2), mostrando não haver associação entre as gerações. Na correlação entre os ambientes de cultivo da PGC, esta se mostrou de média intensidade e negativa (Tabela 3), tal resultado pode ser explicado pelas diferenças entre o solo e o substrato organomineral, e nas condições de cultivo no campo e na casa de vegetação.

Segundo Nielsen (1968) trabalhando com a resposta da periderme a diferentes substratos de cultivo, verificou que a periderme dos tubérculos é afetada por temperatura, umidade, matéria orgânica e textura do solo. No trabalho de Ginzberg et al. (2005), os autores verificaram que a temperatura tem grande efeito na textura da periderme dos tubérculos de batata, pois as altas temperaturas interferem no arranjo e na quantidade das células da periderme. Ginzberg et al. (2009) verificaram que as altas temperaturas do solo provocam pequenas fissuras entre as células da periderme, devido a um aumento no número de camadas protetoras, o que leva a uma maior rigidez da pele e com o crescimento dos tubérculos ocorre um rompimento entre as células dando um aspecto mais áspero aos tubérculos.

A profundidade dos olhos apresentou correlações fracas entre a GS e as demais gerações (Tabela 1), mostrando não ser possível realizar uma seleção precoce de famílias para esta característica. Tal resultado contraria os de Silva et al. (2008), que encontrou uma correlação forte entre a GS e PGC, e uma fraca com SGC e sugere a seleção de famílias na GS. Estes autores sugeriram a seleção precoce para esta característica apoiados não só pela correlação entre as gerações, mas também pela análise de repetibilidade. As correlações para profundidade dos olhos entre a PGC e SGC (Tabela 2) e, entre os ambientes da PGC (Tabela 3), podem ser classificadas como médias.

Para a aparência geral dos tubérculos todas as correlações entre a GS e as demais gerações foram negativas, sendo classificadas como médias para PGC, em ambos os ambientes, e fracas com SGC (Tabela 1). Estas correlações negativas mostram que devido a uma limitação de espaço na GS a avaliação realizada nesta geração não representou as famílias. No trabalho de Veríssimo et al. (2012) concluiu-se que vasos maiores proporcionaram uma melhor avaliação da aparência geral dos tubérculos.

Entre os ambientes de cultivo da PGC houve uma fraca correlação, para aparência geral dos tubérculos (Tabela 3). Este resultado em partes pode ser explicado pela complexidade da característica avaliada e por alguns contrastes entre os ambientes, como por exemplo, o volume do recipiente e o tipo de substrato. Segundo Tai (1975) a aparência geral dos tubérculos é um caráter complexo e de baixa herdabilidade. Na correlação entre a PGC e a SGC, ambas cultivadas em campo, a correlação foi média (Tabela 2). Neste caso mesmo sendo cultivadas sobre condições de campo ainda existem diferenças que podem afetar a aparência geral dos tubérculos, como as condições de temperatura, o manejo da irrigação e diferenças nos atributos do solo.

Com relação aos defeitos no formato dos tubérculos (apontamento, achatamento e curvatura), as correlações entre PGC e SGC, cultivadas no campo (Tabela 2), e entre os ambientes de cultivo da PGC (Tabela 3) foram de média magnitude. A exceção foi para achatamento avaliado nos diferentes ambientes da PGC, que mostrou correlação fraca (Tabela 3), provavelmente devido a restrição de espaço do recipiente de cultivo na casa de vegetação. As correlações apresentadas indicam que seria possível realizar a seleção contra os defeitos apontamento, achatamento e curvatura já na primeira geração clonal.

Na correlação entre os caracteres de aparência, os coeficientes que se mostraram mais consistentes nos experimentos de campo foram entre formato dos tubérculos e apontamento e curvatura (Tabela 2). A correlação mostrou que

quanto mais alongado o tubérculo maior a ocorrência destes dois defeitos (Tabela 2). Este resultado já foi relatado por Silva et al. (2009), em experimentos realizado durante três anos, utilizando vinte famílias clonais, estes autores encontraram correlações fortes e negativas entre formato e apontamento, e formato e curvatura.

Todas as correlações com aparência geral dos tubérculos foram fracas, porém duas características apresentaram uma tendência de favorecer esta o formato alongado e uma maior uniformidade de formato dos tubérculos parece agradar aos avaliadores, que atribuem uma melhor nota aos genótipos que apresentam estas características. No trabalho de Silva et al. (2009) as uniformidades de formato apresentou correlação perfeita e a uniformidade tamanho apresentou forte correlação com a aparência geral. Os autores comentam que maiores ganhos seriam obtidos na seleção de genótipos que apresentassem estas características. Ainda neste trabalho de Silva et al. (2009), a correlação entre formato e aparência geral foi negativa, devido ao fato dos tubérculos redondos não apresentarem defeitos como apontamento, achatamento e curvatura.

Silva et al. (2008) recomendam a seleção de famílias, na GS para textura da periderme, profundidade de olhos, apontamento, achatamento e curvatura dos tubérculos, a seleção precoce para estes caracteres baseia-se na correlação entre as gerações iniciais e na repetibilidade entre gerações. No entanto na seleção de famílias em gerações iniciais para caracteres de aparência de tubérculos, deve ser realizada com cautela, uma vez que a seleção baseada em um caráter individual pode afetar a seleção para os demais caracteres. Ao se realizar a seleção de famílias para o primeiro caráter a população será alterada, e a seleção para o segundo ficará comprometida, e assim por diante, podendo a seleção ser ineficiente e não encontrando famílias superiores. Talvez a melhor estratégia para seleção precoce de famílias seja a proposta por Amaro et al.

(2003), em que apenas as piores famílias serão descartadas e os piores clones dentro de cada família.

Existe na literatura uma grande diversidade de trabalhos relatando a correlação entre as gerações iniciais para a produtividade de tubérculos (GOPAL 1997; LOVE et al., 1997; GALARRETA et al., 2006; BENAVENTE et al., 2011). No presente trabalho alguns resultados interessantes foram obtidos para esta característica nas gerações iniciais, e entre ambientes de cultivo, sendo observada uma boa correlação da PGC cultivada em casa de vegetação com a PGC e SGC cultivadas em campo (Tabela 4). Praticamente o que se observou para as correlações entre a GS e a PGC e SGC, foi que estas foram fracas e muito semelhantes (Tabela 4). Trabalhando com componentes de produção Galarreta et al. (2006) obteve coeficientes semelhantes para produtividade entre a GS e PGC, e nulo entre GS e SGC, relatando uma inviabilidade da seleção precoce para esta característica. Gopal (1997) encontrou correlações médias e significativas, entre a geração seedling e a primeira e segunda geração clonal, sendo de 0,56 e 0,34 respectivamente.

Tabela 4 Correlação fenotípica entre as gerações clonais para produtividade de tubérculos e peso específico dos tubérculos

	S	PGC	PGC (c.v.)	SGC
S		0.24	0.26	0.22
PGC	0.23		0.93**	0.38**
PGC (c.v.)	0.84**	0.23		0.61**
SGC	0.30	0.21	0.56**	

Correlação para produtividade de tubérculos acima da diagonal; correlação para peso específico dos tubérculos abaixo da diagonal

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

Na PGC uma fortíssima correlação foi encontrada, para produtividade dos tubérculos, entre os ambientes de cultivo (Tabela 4), podendo a seleção para esta característica ser realizada em casa de vegetação. As correlações entre a SGC e os ambientes de cultivo da PGC, mostrou magnitude média com o campo, e forte para casa de vegetação (Tabela 4). Este resultado reforça que a avaliação de famílias, na PGC, em casa de vegetação para produtividade de tubérculos pode ser uma opção. Embora não represente as reais condições de cultivo, pode representar uma economia de recursos e maior facilidade de condução do experimento. No trabalho de Galarreta et al. (2006) o coeficiente encontrado foi mais baixo, com valor de 0,22, sendo considerada uma correlação fraca. O que tem sido relatado em alguns trabalhos é uma correlação média entre a PGC e SGC, a nível de famílias, sendo de 0,45 (LOVE et al., 1997), 0,50 (GOPAL 1997) e 0,60 (BENAVENTE et al., 2011).

O peso específico de tubérculos também mostrou correlações fracas entre a GS e as PGC (campo) e SGC. Bhering et al. (2009) avaliando o uso de marcadores para matéria seca e açúcares redutores, relatou coeficientes semelhantes, para peso específico, entre a GS e a PGC e SGC. Correlações fracas entre a GS e a PGC e SGC sugerem cautela na seleção para esta característica.

Amaro et al. (2003) estudando a eficiência da seleção precoce, avaliou o peso específico por meio de balança hidrostática e em solução salina, e cultivou a PGC em dois locais, Lavras e Caldas. Nos resultados apresentados pelos autores apenas foi observado uma correlação fraca entre a GS e a PGC em Lavras, por balança hidrostática, os demais resultados mostram correlações médias entre as gerações, variando de 0,36 a 0,59. Estes autores concluem que a seleção para esta característica deve ser branda, apenas eliminando as piores famílias. No trabalho de Benavente et al. (2011) também foram relatadas correlações médias entre a fase S e as demais gerações, sendo 0,59 para PGC e

0,60 para SGC. Estes autores estudaram a repetibilidade da seleção em gerações precoces sobre as tardias, e concluíram que a seleção na GS para peso específico parece ser mais eficiente que para produtividade.

Entre a GS e a PGC cultivada em casa de vegetação foi encontrado uma correlação forte. Uma correlação média foi encontrada para a PGC cultivada em casa de vegetação e a SGC. Pelos resultados das correlações entre a PGC (casa de vegetação) com as demais gerações, parece haver um abrandamento dos efeitos do calor sobre o peso específico dos tubérculos em condições de casa de vegetação. Todas as correlações com a PGC cultivada em campo foram fracas, lembrando que esta geração foi cultivada sob condições de calor. Estes resultados mostram que visando à seleção de famílias para tolerância ao calor, a melhor opção seria o cultivo sob condições reais no campo.

CONCLUSÕES

É possível realizar a seleção para formato de tubérculos na GS, direcionando as famílias para determinada aptidão de uso.

A seleção de famílias para os caracteres de aparência na GS deve ser realizada com cautela, apenas eliminando as piores famílias.

Na PGC a seleção para formato, profundidade de olhos, e contra os defeitos apontamento e curvatura dos tubérculos, além de produtividade pode ser realizada em casa de vegetação.

REFERÊNCIAS

AMARO, G. B.; PINTO C. A. B. P.; LAMBERT, E. S.; MARTINS NETO, L. L. Early selection of potato clones for tuber characters. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.27, p. 585-589, 2003.

BENAVENTE, C. A. T.; PINTO, C. A. B. P.; FIGUEIREDO, I. C. R., RIBEIRO, G. H. M. R. Repeatability of family means in early generations of potato under heat stress. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. Viçosa. v.11, p.330-337, 2011.

BHERING, L. L.; PINTO, C. A. B. P.; BENITES, F. R. G.; LEITE, M. E.; SILVA, F. L. Seleção assistida por marcadores para teor de matéria seca e açúcares redutores em tubérculos de batata. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 39, p. 38-44, 2009.

CARVALHO, F. I. F.; LORENCETTI, C.; BENIN, G. **Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal**. Pelotas, Ed. Universitária da UFPel. 142p. 2004.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, v. 1, 480 p. 2004.

GALARRETA, J. I. R.; EZPELETA, B.; PASCUALENA, J.; RITTER, E. Combining ability and correlations for yield components in early generations of potato breeding. **Plant Breeding Reviews**. Westport, v. 125, p. 183-186. 2006.

GINZBERG, I.; GERCHIKOV, N.; ZIV, E.; FOGELMAN, E.; TANAMI, Z.; WARSCHAVSKY, S. Potato tuber skin development: the effect of hot climate. **ISHS Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 684, p. 93-98, 2005.

GINZBERG, I.; BAREL, G.; OPHIR, R.; TZIN, E.; TANAMI, Z.; MUDDARANGAPPA, T.; DE JONG, W.; FOGELMAN, E. Transcriptomic

profiling of heat-stress response in potato periderm. **Journal of Experimental Botany**. London, v.60, n. 15, p.4411–4421. 2009.

GOPAL, J. Progeny selection for agronomic characters in early generations of a potato breeding programme. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 95, n. 1-2, p. 307-311, 1997.

HAVERKORT, A. J; VERHAGEN, A Climate change and its repercussions for the potato supply chain. **Potato Research**. Wageningen, v.51, p.223–237. 2008.

LEVY, D.; VEILLEUX, R. E. Adaptation of Potato to High Temperatures and Salinity-A Review. **American Journal of Potato Research**, Orono, v. 84, p. 487-506, 2007.

LOVE, S. L.; WERNER, B. K.; PAVEK, J. J. Selection for individual traits in the early generations of a potato breeding program dedicated to producing cultivars with tuber having long shape and russet skin. **American Potato Journal**, Orono, v. 74, n. 3, p. 199-213, 1997.

NIELSEN, N. K. An investigation of the regenerative power of periderm in potato tubers after wounding. **Acta Agriculturae Scandinavica**, The Hauge, v. 18, p. 113-120, 1968.

SAS Institute (2000). SAS/STAT user's guide. Version 8, SAS Institute, Cary.

SILVA, G. O.; PEREIRA, A.S.; SOUZA, V. Q.; CARVALHO, F.I.F.; FRITSCHÉ, NETO R. Correlações entre caracteres de aparência e rendimento e análise de trilha para aparência de batata. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 3, p. 381-388, 2007.

SILVA, G. O.; PEREIRA, A. S.; SOUZA, V.; CARVALHO, F. I. F.; FRITSCHÉ NETO, R. Seleção para caracteres fenotípicos de tubérculos nas primeiras gerações em batata. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 3, p. 168-172, 2008.

SILVA, G. O.; PEREIRA, A. S.; SOUZA, V. Q.; CARVALHO, F. I. F.; NETO, R. F. Correlações entre caracteres fenotípicos e análise de trilha para aparência e rendimento de batata. **Revista Ceres**. Viçosa, v. 56, p. 63-68, 2009.

SILVA, G. O.; PEREIRA, A. S.; Seleção em gerações iniciais para caracteres agronômicos em batata. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 29, n. 4, p. 499-455. 2011.

TAI, G.C.C. Effectiveness of visual selection for early clonal generation seedling of potato. **Crop Science**, Madison, v.15, n.1, p.15-18, 1975.

VERÍSSIMO, M. A. A.; PEREIRA, A. S.; ANJOS, S. D.; TERRES, L. R.; NEY, V. G.; SILVA, G. O. Expressão de caracteres de tubérculos em função do tamanho de recipiente usado no cultivo de batata na geração de plântulas. **Revista Ceres**. Viçosa. v. 59, n.6, p. 787-793, 2012.

ARTIGO 2

ESCOLHA DE GENITORES VISANDO UM PROGRAMA DE MELHORAMENTO DE BATATA PARA APARÊNCIA DE TUBÉRCULOS E TOLERÂNCIA AO CALOR

RESUMO

Em todo programa de melhoramento depois de definido os objetivos a etapa mais importante é a escolha dos genitores a serem utilizados. Este trabalho teve por objetivo a seleção de genitores que agregassem boa aparência dos tubérculos e tolerância ao calor a suas progênes. Utilizou-se neste trabalho famílias clonais obtidas de um dialelo parcial entre cultivares com boa aparência de tubérculos e clones tolerantes ao calor. Foram avaliados caracteres de aparência, produtividade e peso específico dos tubérculos na primeira e segunda geração clonal, em condições de calor e temperaturas amenas respectivamente, por fim foi estimada a capacidade geral e específica. Verificou-se que nos caracteres apontamento, profundidade de olhos, textura da periderme e peso específico dos tubérculos houve predomínio dos efeitos da CGC. A contribuição de cada genitor nas progênes que participaram, mostrou-se altamente influenciada pela média dos mesmos. Com relação ao desempenho produtivo juntamente com a aparência dos tubérculos foram observadas algumas famílias promissoras, para serem utilizadas na seleção de clones. Concluiu-se que clone SR2 21-02 e a cultivar Vivaldi foram os mais promissores em produzir clones com boa aparência de tubérculos e com bom desempenho produtivo, porém não existe um genitor ideal para todas as características.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum* L. Capacidade de combinação. Estresse abiótico.

ABSTRACT

In any breeding program after the objectives have been defined the most important step is the choice of parents to be used. This work aimed at the selection of parents that would add to their clonal progeny good tuber appearance and heat tolerance. In this work we used clonal families obtained from a partial diallel design among cultivars with good tuber appearance and heat tolerant clones. Tuber appearance traits, tuber yield and tuber specific gravity were evaluated in the first and second clonal generations under warm and mild temperatures conditions and the general and specific combining abilities were estimated. There were found that for tuber pointing, eye depth, periderm texture and tuber specific gravity the general combining ability effects were predominant. The contribution from each parent to their progenies was highly influenced by the parents' average. Regarding yield performance and tuber appearance some promising families were identified which should be used for selection of clones. It was concluded that clone SR2 21-02 and cultivar Vivaldi were the most promising parents for producing clones with good tuber appearance and yield performance, but there is no single ideal parent to improve all traits.

Keywords: *Solanum tuberosum* L. Combining ability. Abiotic stress.

INTRODUÇÃO

Uma das etapas mais importantes de qualquer programa de melhoramento consiste na escolha adequada dos genitores. A escolha dos genitores a serem utilizados pode ser feita pelo uso de cruzamentos dialélicos, cujos modelos usados permitem a estimação de parâmetros úteis para determinar o mérito relativo dos genitores em cruzamentos e da ação gênica envolvida na determinação do caráter (CRUZ et al., 2004), sendo que os efeitos genéticos normalmente podem ser considerados como aleatórios.

Existem diversas metodologias para análise dialélica, porém os modelos propostos por Griffing (1956) são os mais utilizados, proporcionando informações sobre a capacidade geral de combinação (CGC) e a capacidade específica de combinação (CEC). Normalmente para realização da análise dialélica é utilizado o método dos quadrados mínimos ordinários (MQM), que considera o modelo como fixo e não leva em consideração o parentesco entre os indivíduos avaliados. Uma alternativa a este método é o uso do best linear unbiased prediction (BLUP), que trata como aleatório os efeitos genéticos, e leva em consideração o parentesco entre os indivíduos. Tem-se utilizado os modelos mistos no melhoramento de plantas, principalmente em espécies florestais (RESENDE et al., 1996) e em cana-de-açúcar (BARBOSA et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2008).

Entre os fatores abióticos a temperatura é um dos que mais afeta o desenvolvimento da cultura da batata, podendo causar perdas significativas na produção e qualidade dos tubérculos. Menezes et al. (2001) trabalhando com famílias clonais na safra de primavera-verão e de inverno, relataram uma redução de 46% na produção devido a altas temperaturas. Segundo Levy e Veilleux (2007) os principais efeitos de temperaturas elevadas na cultura da batata são fotossíntese reduzida e respiração aumentada, início da tuberização e

crescimento de tubérculos inibidos, maior número de tubérculos com desordens fisiológicas, um crescimento acelerado, dormência dos tubérculos reduzida ou suprimida, teor de matéria seca pode ser reduzido e também o nível de glicoalcaloides pode ser elevado.

Os efeitos da temperatura também podem influenciar a aparência dos tubérculos, tornando a pele mais áspera (GINZBERG et al., 2009), reduzindo a uniformidade do tamanho e causando desordens como embonecamento e rachaduras. Poucos trabalhos são encontrados na literatura para seleção de genitores para tolerância ao calor, Menezes et al. (2001) trabalharam na seleção de genitores para esta característica, porém não avaliaram para a aparência de tubérculos. Assim o objetivo deste trabalho foi identificar genitores que agreguem boa aparência de tubérculos, e também a tolerância ao calor.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados as cultivares Caesar, Markies, Monalisa, Vivaldi e Voyager que apresentam ótima aparência de tubérculos (i.e., pele amarelo-clara, lisa e brilhante, olhos rasos, formato alongado ou ovalado, polpa de cor creme, livre de desordens internas ou externas). Os clones do programa de melhoramento genético de batata da Universidade Federal de Lavras (PROBATATA-UFLA) foram CBM 04-48, CBM 07-78, CBM 22-19, SR2 21-02, SR2 35-05 e SR2 50-02 foram escolhidos por apresentarem tolerância ao calor (LAMBERT et al., 2006; BENITES; PINTO, 2011). Os cruzamentos foram realizados em esquema dialélico parcial (cultivares x clones), sendo obtidas 19 famílias.

Foram utilizados os dados obtidos na primeira e segunda geração clonal (PGC e SGC). Na PGC os ensaios foram instalados no delineamento de blocos casualizados com três repetições, sendo as parcelas representadas por 10 clones de cada família, espaçados de 0,80 x 0,50 m. Como testemunhas foram usadas as cultivares Caesar e Voyager e os clones tolerantes ao calor CBM 16-16 e CBM 22-19 (LAMBERT et al., 2006). Os ensaios foram conduzidos no período de novembro de 2011 a março de 2012 (safra das águas – temperaturas elevadas) na área experimental da EPAMIG em Pouso Alegre, MG.

Para condução do experimento da SGC utilizaram-se vinte clones de cada uma das dezenove famílias, totalizando trezentos e oitenta clones. Vale ressaltar que os clones utilizados neste experimento não foram necessariamente os mesmos utilizados na geração anterior, estes vinte clones utilizados foram tomados aleatoriamente dentro das famílias. Os experimentos da SGC foram conduzidos no delineamento de blocos ao acaso com vinte repetições por família, as parcelas foram constituídas por cinco plantas de um clone de cada família, utilizando-se as mesmas testemunhas da PGC. Os experimentos foram

conduzidos na fazenda experimental da EPAMIG, no município de Pouso Alegre - MG no período de junho a outubro de 2012 (safra de inverno – temperaturas amenas). O espaçamento utilizado foi de 0,3 m entre plantas e 0,8 m entre linhas.

A adubação utilizada em ambos os experimentos foi de 3500 kg de fertilizante formulado 04-14-08 (N, P₂O₅, K₂O) no plantio, e no momento da amontoa foi realizada a adubação de cobertura com 400 kg de fertilizante formulado 20-05-20. O preparo de solo, o manejo de irrigação e as pulverizações com defensivos foram realizadas conforme a prática dos produtores na região.

Nas duas gerações três avaliadores atribuíram notas para os seguintes caracteres dos tubérculos: formato (nota 1 = redondo a nota 5 = alongado), profundidade de olhos (nota 1 = olhos profundos a nota 5 = olhos rasos), defeitos: apontamento, achatamento (nota 1 = defeito mais acentuado a nota 5 = ausência de defeito), aparência geral (nota 1 = má aparência a nota 5 = boa aparência), textura da periderme (nota 1 = pele áspera a nota 5 = pele lisa), uniformidade de tamanho e a uniformidade de formato (nota 1 = pouco uniforme a nota 5 = muito uniforme), a produtividade de tubérculos e o peso específico de tubérculos. Para os caracteres de aparência utilizou-se o mesmo critério de notas e exatamente os mesmos avaliadores em ambas as gerações.

As análises de variância individuais, as análises dialélicas pelo modelo IV de Griffing (1956) e as estimativas das capacidades gerais de combinação (CGC) e específicas de combinação (CEC) também foram realizadas pelo software SAS (SAS Institute, 2000) através do Proc IML. Além disso, foi empregado a metodologia de modelos mistos, para estimativa dos valores genotípicos segundo o pacote estatístico Selegen (REZENDE, 2007). Foi estimado também o coeficiente de determinação (R^2) obtido pela razão entre a soma de quadrados das capacidades de combinação e a soma de quadrados total.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância mostraram diferenças significativas entre as famílias para a maioria das características avaliadas, apenas não foram observadas diferenças para aparência geral e uniformidade de tamanho e de formato na SGC. Para a maioria das características, em ambas as gerações, a acurácia esteve acima de 70%, o que mostra boa precisão dos experimentos. A exceção foi para curvatura na PGC e as uniformidades de tamanho e formato na SGC. Os resultados referentes às análises dialélicas dos genitores e das famílias clonais serão apresentados separadamente por experimento, devido as diferenças nas gerações clonais e épocas de plantio.

Por meio do coeficiente de determinação (R^2) foi avaliado quanto da variação foi devido a CGC e CEC, sendo este procedimento aplicado aos clones genitores (CGC1), às cultivares genitoras (CGC2) e as progênies. Os caracteres apontamento, profundidade de olhos, textura da periderme e peso específico dos tubérculos apresentaram predominância dos efeitos da CGC, em ambas as gerações (Tabela 1), a qual está associada a genes de efeito aditivo e da variância epistática aditiva-aditiva, o que facilita a obtenção de populações segregantes superiores pela combinação de genitores com maiores CGC (Cruz et al., 2004). Alguns autores comentam que quando há predomínio da CGC o desempenho das progênies pode ser predito, com base no desempenho *per se* dos genitores, pois há maior frequência de alelos favoráveis fixados (BARBOSA; PINTO, 1998; GOPAL, 1998; MARIS, 1989).

Tabela 1 Coeficiente de determinação (R^2) para os caracteres dos tubérculos na primeira e segunda geração clonal (PGC e SGC)

	Formato		Apontamento		Achatamento		Unif. tamanho		Unif. formato	
	PGC	SGC	PGC	SGC	PGC	SGC	PGC	SGC	PGC	SGC
CGC1	37.91	25.36	38.52	40.02	28.87	36.17	18.20	26.82	26.39	18.84
CGC2	4.07	9.39	14.11	14.34	18.32	27.80	24.74	12.50	12.02	33.14
CEC	58.02	65.25	47.36	45.64	52.82	36.02	57.06	60.68	61.59	48.02

	Textura Pele		Prof. Olho		Aparência Geral		Produtividade		Peso específico	
	PGC	SGC	PGC	SGC	PGC	SGC	PGC	SGC	PGC	SGC
CGC1	22.55	54.60	25.20	45.66	10.13	22.64	30.29	12.96	25.58	26.45
CGC2	29.74	21.40	33.49	36.87	19.53	23.64	16.44	39.05	30.67	34.23
CEC	47.71	24.00	41.31	17.46	70.33	53.72	53.26	47.99	43.74	39.32

O predomínio dos efeitos da CEC ocorreu para formato, aparência geral e uniformidade de tamanho dos tubérculos (Tabela 1), geralmente espera-se este predomínio quando se trabalha com grupos heterogêneos. Segundo Tai (1976) para caracteres que têm sido submetidos a uma seleção contínua existe um predomínio da CEC. Segundo Cruz et al. (2004) CEC está associada a efeitos não aditivos, e o predomínio desta sugere o uso das combinações híbridas. Quando a maior parte da variação dos efeitos for atribuída CEC nenhuma predição do desempenho das progênies poderá ser realizada sem avaliação dos cruzamentos (MARIS, 1989). Assim a melhor estratégia para obtenção de clones superiores, seria a seleção de famílias com elevada CEC e a posterior seleção clonal dentro destas.

Os caracteres achatamento, uniformidade de formato e produtividade de tubérculos não apresentaram concordância no predomínio das capacidades de combinação entre as gerações (Tabela 1). Uma possível explicação seria as diferentes condições em que os experimentos foram conduzidos, com relação às temperaturas, que nas condições da safra das águas pode ter prejudicado o

desenvolvimento dos tubérculos. Segundo Silva et al. (2013) a importância da CGC ou CEC depende dos genitores utilizados e da população em estudo, e das características avaliadas. Maris (1989) comenta que a importância das capacidades de combinação pode variar também em função do delineamento experimental e das condições ambientais, ou mesmo devido a uma base genética estreita. Para a produtividade e caracteres relacionados ao rendimento de tubérculos, o que a literatura têm mostrado é que as contribuições da CGC e CEC influenciam em proporções variadas, não havendo consenso na predominância dos efeitos (BRADSHAW; MACKAY, 1994; BARBOSA; PINTO, 1998; MENEZES et al., 2001).

Para algumas das características avaliadas não há uma concordância na importância das CGC dos grupos de genitores, exceto para formato, apontamento, achatamento, aparência geral e peso específico (Tabela 1). De maneira geral parece haver um predomínio dos efeitos do grupo de genitores, onde há maior variabilidade para determinado caráter. O efeito da CGC1 (clones) se mostrou mais importante que a CGC2 (cultivares) para as características formato, apontamento e achatamento dos tubérculos, em ambas as gerações (Tabela 1). Isto mostra que os clones contribuem mais para estas características reduzindo os defeitos como achatamento e apontamento, e gerando clones mais alongados. Para peso específico dos tubérculos a CGC2 mostrou maior importância, em ambas as gerações (Tabela 1). Para a produção de tubérculos, mesmo não havendo concordância entre as gerações para o R^2 , a contribuição CGC dos clones na safra de verão chama a atenção. Devido ao fato dos clones utilizados como genitores apresentarem tolerância ao calor, estes contribuem mais para aumentar a produtividade sob condições de estresse. Fora desta condição adversa de temperatura a contribuição das cultivares foi superior para essa característica, pois apresentam responsividade a melhoria do ambiente.

Menezes et al. (2001) também trabalharam com a seleção de genitores para tolerância ao calor, cruzando um grupo de genótipos tolerantes com cultivares brasileiras, as famílias obtidas foram avaliadas em condições de temperaturas elevadas e amenas. Verificaram-se diferenças no predomínio das capacidades de combinação, nas condições de temperaturas elevadas houve predomínio dos efeitos da CGC sobre CEC, ao contrário das condições de temperaturas amenas. Os autores relatam que para obtenção de clones tolerantes ao calor o ideal é utilizar genitores com alta CGC para esta característica, não desprezando as o desempenho das famílias.

A CGC1 apresentou significância em ambas as gerações para formato, apontamento, textura da periderme e produtividade. Já a CGC2 foi significativa apenas para profundidade de olhos e peso específico dos tubérculos. A significância da CGC indica que os genitores diferiram em relação à capacidade de produzir descendentes superiores. Com relação à CEC esta apenas foi significativa em ambas às gerações para formato e produtividade de tubérculos, esta significância sugere que os cruzamentos são heterogêneos, por exibirem comportamentos diferentes aos esperados com base nas CGC. Ainda pode-se dizer que a CEC significativa mostra que os genitores avaliados se complementaram.

Considerando as estimativas da CGC para os genitores, nas diferentes características, observa-se que na maioria existe uma concordância no sentido da contribuição (Tabela 2). O que pode ser inferido a este respeito é que um desempenho positivo em ambas as condições de temperatura reflete uma tolerância ao calor e uma responsividade a melhoria do ambiente, nos caracteres afetados pela temperatura. Assim como esperado esta coincidência é maior entre os genitores do grupo 1 (clones), quando comparado com os do grupo 2 (cultivares). Alguns genótipos chamam a atenção pela concordância do sentido da contribuição entre as gerações, para a maioria das características, como no

caso do clones SR2 21-02 e SR2 35-05, e das cultivares Markies, Monalisa e Vivaldi (Tabela 2), sendo o efeito desta contribuição melhor detalhado posteriormente. Vale salientar que as estimativas das CGC e as inferências feitas a respeito são relativas aos grupos de genótipos utilizados, podendo mudar a magnitude com a mudança do grupo.

Tabela 2 Efeito da capacidade geral de combinação (CGC) dos genitores pela análise dialélica na primeira e segunda geração clonal (PGC e SGC), para formato (Form), apontamento (Apont), achatamento (Achat), uniformidade de tamanho (UTam) e uniformidade de formato (UForm), textura da periderme (Pele), profundidade de olhos (Olho), aparência geral dos tubérculos (Apg), produtividade total (ProdT) e peso específico dos tubérculos (Pesp)

PGC	Form	Apont	Achat	Utam	Uform	Pele	Olho	Ap. Geral	ProdT	Pesp.
CBM 04-48	-0.5129**	0.0887	0.0742	0.0523	-0.2695**	0.0576	-0.2377**	-0.1351**	67.72**	-0.0008
CBM 07-78	0.0773	0.0335	-0.0744	0.2155**	0.0687	0.0430	0.0199	-0.0216	18.24	0.0032**
CBM 22-19	-0.3682**	0.1032	-0.1758**	-0.1545	0.0876	0.0537	0.0662	-0.0281	40.32**	0.0011
SR2 21-02	0.1712	0.2918**	0.0072	-0.1715	0.1777	-0.5151**	0.2172**	0.2479**	33.76**	-0.0008
SR2 35-05	0.2758**	0.001	0.0764	-0.1021	0.0798	0.0792	-0.0521	0.0936	-11.61	-0.0014
SR2 50-02	0.2961**	-0.4324**	0.0942	0.0655	-0.1346**	0.0692	0.0696	-0.0981	-139.39**	-0.0022**
Caesar	-0.1675**	0.2425	-0.1361**	-0.2643**	-0.0943	-0.3035**	0.1130	-0.1048	-121.38**	-0.0039**
Markies	0.0267	0.1178**	-0.0641	-0.0947	-0.0878	0.1383**	-0.1167	-0.1493**	2.36	0.0023**
Monalisa	-0.1718**	-0.0324	0.1690**	0.3328**	0.1921**	0.2812**	-0.1570**	0.1280**	-46.62	-0.0027**
Vivaldi	0.1751**	-0.0642	-0.0262	0.1027	-0.0824	-0.2616**	-0.0721	0.2777**	63.42**	-0.0006
Voyager	0.0320	-0.1307**	0.0274	-0.0507	0.0498	-0.0239	0.1742**	-0.0435	30.10	0.0011
SGC	Form	Apont	Achat	Utam	Uform	Pele	Olho	Ap. Geral	ProdT	Pesp.
CBM 04-48	0.0607	-0.29	0.0302	-0.0612	-0.1221	0.2245**	-0.2875**	-0.0577	-40.2**	-0.0008**
CBM 07-78	-0.0877	0.0821	-0.1304	-0.0561	-0.0965	-0.2265**	0.1972**	-0.0833**	1.05	0.0012**
CBM 22-19	-0.2484**	0.1862**	-0.2886**	-0.0343	-0.1009	-0.1524	0.1025	-0.0294	-69.1**	-0.0006
SR2 21-02	-0.4299**	0.3082**	0.1525	-0.0851	0.1736**	-0.4171**	0.1783**	0.0079	124.95**	0.0004
SR2 35-05	0.1316	-0.0804	0.0295	0.0910	0.1017	0.3487**	-0.1683	0.0509	50.01**	-0.0017**
SR2 50-02	0.4321**	-0.1176	0.3024**	0.1072**	0.0995	0.0522	0.0186	0.1274**	-44.92**	0.0019**
Caesar	0.2081	-0.0184	-0.427	0.1113**	0.1423	-0.3304**	0.1712	-0.0460	-48.9**	-0.0040**
Markies	-0.078	0.0116	0.0493	-0.0517	0.1066	0.1393**	-0.1514	-0.0881**	11.18	0.0012**
Monalisa	0.0483	-0.0923	0.2640**	-0.0389	0.0234	-0.0331	-0.2180**	0.1417**	-200.4**	-0.0014**
Vivaldi	0.2312**	-0.1684**	-0.0166	0.023	0.0995	-0.1809**	0.2335**	0.0172	34.6**	0.0006
Voyager	-0.1491	0.1312	-0.0232	0.0144	-0.2045**	0.1045	0.0635	0.0096	93.0**	0.0007

*, ** significativo a 5 e 1% pelo teste de F

A característica e que apresentou maior concordância no sentido da contribuição, tanto para clones como para cultivares foi aparência geral dos tubérculos (Tabela 2). As inferências a respeito do sentido da contribuição podem ser realizadas dentro de cada grupo. Assim para aparência geral dos tubérculos no grupo 1 (clones), os genótipos CBM contribuem para uma pior aparência, em relação aos SR2 (Tabela 2). No grupo dos clones, achatamento e profundidade de olhos dos tubérculos, manteve o mesmo sentido da CGC para todos os genótipos em ambas as gerações (Tabela 2). No caso de achatamento o clone CBM 22-19 foi menos indicado para cruzamento, pois gera clones mais achatados. Com relação a profundidade de olhos o clone CBM 04-48 foi o que contribuiu para olhos mais profundos, e o clone SR2 21-02 para olhos rasos. A produtividade de tubérculos foi a única característica que manteve o mesmo sentido de contribuição para todas as cultivares, e ambas as gerações, sendo que Vivaldi e Voyager contribuíram favoravelmente e Caesar e Monalisa desfavoravelmente (Tabela 2).

Para a CEC a coincidência entre o sentido da contribuição de cada família foi de 53% entre as gerações. Formato, apontamento e textura da periderme as características de maior coincidência, acima de 60%, e achatamento e uniformidade de tamanho as de menor coincidência, abaixo de 40%. Galarreta et al. (2006) trabalhando com 34 progênies em condições de campo, na fase S, PGC e SGC, avaliou a correlação entre as capacidades de combinação entre as gerações. Estes autores observaram uma menor correlação da CEC entre a PGC e SGC, quando comparado com a correlação da CGC, sendo os valores das correlações de 0,02 e 0,27 respectivamente.

Utilizando o método BLUP, verificou-se praticamente a mesma tendência observada na análise dialélica na coincidência do sentido de contribuição dos genitores. Esta é maior entre os genitores do grupo 1 (clones), quando comparado com os do grupo 2 (cultivares) (Tabela 3), exatamente igual

as tendências mostradas na análise dialélica (Tabela 3). No grupo de clones apenas os genótipos CBM 04-48 e CBM 22-19 não apresentaram uma alta concordância entre as gerações na maioria das características (Tabela 3). Para o grupo das cultivares uma concordância para sete ou mais características apenas foi observada nas cultivares Markies e Vivaldi (Tabela 3). Segundo Resende et al. (1996) o método BLUP sobre qualquer condição é melhor ou igual, aos demais métodos para ordenamento de genitores, predição de valor genotípico e estimação dos ganhos de seleção.

Tabela 3 Efeito da capacidade geral de combinação (CGC) dos genitores via BLUP na primeira e segunda geração clonal (PGC e SGC) para formato (Form), apontamento (Apont), achatamento (Achat), uniformidade de tamanho (UTam) e uniformidade de formato (UForm), textura da periderme (Pele), profundidade de olhos (Olho), aparência geral dos tubérculos (Apg), produtividade total (ProdT) e peso específico dos tubérculos (Pesp)

Genitor	Form	Apont	Achat	Utam	Uform	Pele	Olho	Ap. geral	Prod	Pesp
CBM 04-48	-0.0132	0.062	0.0033	-0.0013	-0.1245	-0.0001	-0.1261	-0.0068	0.4724	-0.0003
CBM 07-78	0.0003	0.0345	-0.0158	0.004	0.042	0.0013	0.0194	-0.0025	-0.2563	0.001
CBM 22-19	-0.007	0.0358	-0.0313	-0.0026	0.0245	0.0001	0.0382	0	0.8940	0.0006
SR2 21-02	0.0016	0.0642	0.0106	-0.0003	0.0782	-0.0038	0.098	0.0056	0.2108	-0.0003
SR2 35-05	0.0093	-0.0123	0.0211	-0.0006	0.0479	0.0022	-0.0698	0.0056	0.0113	-0.0005
SR2 50-02	0.009	-0.1844	0.0121	0.0008	-0.0681	0.0003	0.0404	-0.002	-1.3323	-0.0004
Caesar	-0.0062	0.08	-0.0147	-0.0013	-0.0517	-0.0025	0.0174	-0.0035	-0.6488	-0.0006
Markies	-0.0008	0.0455	-0.0163	-0.002	-0.0687	0.0048	-0.1162	-0.009	-0.0515	0.0011
Monalisa	0	0.0224	0.0272	0.0048	0.1141	0.0022	-0.0649	0.0068	-0.4099	-0.0007
Vivaldi	0.0058	-0.0634	-0.0045	0.0006	-0.0297	-0.0028	-0.027	0.0077	0.3304	-0.0004
Voyager	0.0011	-0.0845	0.0082	-0.002	0.0361	-0.0017	0.1907	-0.002	0.7798	0.0006
	Form	Apont	Achat	Utam	Uform	Pele	Olho	Apg	ProdT	Pesp
CBM 04-48	0.0014	-0.109	-0.0593	-0.0015	-0.0119	0.228	-0.3824	-0.0108	-1.0100	-0.0015
CBM 07-78	-0.0027	0.046	-0.1985	-0.0028	-0.0138	-0.282	0.2848	-0.0112	-1.5500	0.0008
CBM 22-19	-0.0059	0.0738	-0.3387	-0.0019	-0.0124	-0.1804	0.154	-0.0052	-0.5400	-0.0008
SR2 21-02	-0.0099	0.1191	0.2088	-0.0032	0.0041	-0.234	0.1696	0.008	1.6500	0.0011
SR2 35-05	0.0058	-0.0752	0.0653	0.0049	0.021	0.4016	-0.2731	0.0084	1.5100	-0.002
SR2 50-02	0.0114	-0.0547	0.3223	0.0044	0.0131	0.0666	0.047	0.0108	-0.0500	0.0024
Caesar	0.0034	-0.0321	-0.3607	0.0016	0.0033	-0.2443	0.1675	-0.0083	-1.5500	-0.0031
Markies	-0.0009	-0.0106	0.0823	-0.0031	0.0169	0.2714	-0.2897	-0.0151	-0.4500	0.002
Monalisa	-0.002	-0.0001	0.2945	-0.0025	0.0103	-0.0784	-0.2816	0.0148	-4.8800	-0.0013
Vivaldi	0.0087	-0.0692	-0.0075	0.0033	0.0166	-0.1148	0.3049	0.0073	0.5100	0.0009
Voyager	-0.0092	0.112	-0.0086	0.0007	-0.0471	0.1661	0.0989	0.0013	6.3700	0.0014

As estimativas das CEC utilizando da metodologia de modelos mistos apresentou maior porcentagem de concordância entre as gerações, quando comparada com a análise dialélica, sendo superior a 60%. A maioria das características também apresentou concordância acima de 60%, sendo inferior a este valor apenas para profundidade de olhos, produtividade e as uniformidades de tamanho e formato dos tubérculos. Para comparação entre a análise dialélica e a método de modelos mistos, na escolha de genitores foram observadas as coincidências na classificação dos genitores e das famílias clonais. Mesmo utilizando de procedimentos de calculo diferentes para a contribuição de cada genitor, deve haver uma concordância entre os métodos em relação aos melhores genitores. Para Oliveira et al. (2008) o uso do BLUP passa a ser uma alternativa interessante na identificação de famílias com elevado valor genotípico, onde haveria maior potencial de seleção de clones.

Na classificação de genitores houve uma boa concordância entre os dois métodos utilizados, sendo a coincidência entre os melhores e os piores na média acima de 80%. Para comparar os métodos verificou-se a coincidência na classificação dos dois melhores e dos piores genitores para cada característica em cada geração. Na classificação das melhores cultivares não houve nenhuma divergência entre os métodos na PGC, e na SGC não houve plena coincidência apenas para apontamento e uniformidade do formato dos tubérculos. A coincidência na classificação dos piores clones houve as menores coincidências entre os métodos, sendo de 80% na PGC e de 75% na SGC. White e Hodge (1989) relatam que no caso de balanceamento de dados e ausência de parentesco entre os genótipos, o BLUP e o método baseado no uso de quadrados mínimos apresentam o mesmo ordenamento de genitores e progênies, porém o BLUP apresenta menor estimativa do erro de predição. Portanto no caso de desbalanceamento de dados o BLUP é sempre superior ao método dos quadrados mínimos.

Em ambas as gerações apenas não houve 100% de concordância entre os métodos, na classificação dos melhores genitores, para algumas características. Sendo que para o formato dos tubérculos houve diferenças na classificação em ambas as gerações. No caso da classificação dos piores genitores houve 100% de coincidência, em menos da metade das características avaliadas, apenas atingindo este valor para formato, profundidade de olhos e achatamento dos tubérculos. De maneira geral parece haver uma boa concordância entre os métodos na classificação dos melhores genitores. Para praticamente todas as características avaliadas a porcentagem de coincidência na escolha dos melhores genitores foi superior a da escolha dos piores, a exceção foi para formato. No caso desta característica deve-se entender que os genitores melhor classificados contribuem para um formato mais alongado.

A correlação entre os métodos no ordenamento dos genitores para os efeitos da CGC se apresentou fortíssima, ($> 0,90$), para maioria das características avaliadas (Tabela 4). A correlação entre as estimativas da CGC entre as gerações mostrou um comportamento interessante na comparação entre os métodos, para os genitores do grupo 1 as correlações pelo método da análise dialélica foram sempre maiores que as do BLUP, com exceção de produtividade, peso específico e aparência geral dos tubérculos (Tabela 4). As características que apresentaram maior correlação entre as gerações, por ambos os métodos, foram achatamento e profundidade de olhos. Uma das explicações para este comportamento seria uma menor variabilidade genética entre os genótipos avaliados para estas características.

Tabela 4 Correlação entre as gerações e entre os métodos, via análise dialélica (CEC) e via modelos mistos (BLUP) para capacidade geral de combinação dos genitores, para formato (Form), apontamento (Apont), achatamento (Achat), uniformidade de tamanho (UTam) e uniformidade de formato (UForm), textura da periderme (Pele), profundidade de olhos (Olho), aparência geral dos tubérculos (Apg), produtividade total (ProdT) e peso específico dos tubérculos (Pesp)

Grupo 1					
Correlação	Formato	Apont	Achat	Utam	Uform
CGC PGC-SGC	0.2728**	0.5143**	0.8552**	0.0271	0.3936**
Blup PGC-SGC	0.1748	-0.4215	0.6973**	-0.2324	-0.2904
CGC-Blup (PGC)	0.9705**	0.9559**	0.9286**	0.7917**	0.9914**
CGC-Blup (SGC)	0.9911**	0.9770**	0.9806**	0.9817**	0.8443**
	Pele	Olho	Ap. Geral	ProdT	Pesp.
CGC PGC-SGC	0.6905**	0.8565**	0.0825	0.1631	0.1326
Blup PGC-SGC	0.6259**	0.5143**	0.9381**	0.8702**	0.7982**
CGC-Blup (PGC)	0.9138**	0.9722**	0.8982**	0.9099**	0.9654**
CGC-Blup (SGC)	0.9565**	0.9890**	0.9054**	0.7501**	0.9625**
Grupo 2					
	Formato	Apont	Achat	Utam	Uform
CGC PGC-SGC	-0.0403	-0.0413	0.8587**	-0.6224**	-0.5126**
Blup PGC-SGC	0.4692	0.3714	0.8576**	-0.0668	0.1758
CGC-Blup (PGC)	0.8111**	0.9126**	0.9635**	0.8856**	0.9851**
CGC-Blup (SGC)	0.9062**	0.8751**	0.9973**	0.7408**	0.9161**
	Pele	Olho	Ap. Geral	ProdT	Pesp.
CGC PGC-SGC	0.7301**	0.5748	0.6441**	0.5795	0.9177**
Blup PGC-SGC	0.4865**	0.8848**	0.6893**	-0.0260	0.0903
CGC-Blup (PGC)	0.8344**	0.8848**	0.9495**	0.8616	0.9268**
CGC-Blup (SGC)	0.9519**	0.9859**	0.9520**	0.9037	0.9872**

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

Na classificação de famílias, pela CEC, há um menor consenso entre os métodos, sendo a porcentagem média de coincidência de 47% na escolha das melhores, e de 48% na escolha das piores. A PGC apresentou uma maior coincidência na classificação dos genitores que a SGC, provavelmente devido a uma maior precisão experimental. As características que tiveram uma maior concordância entre os métodos, em ambas as gerações, foram formato e produtividade de tubérculos. A correlação entre os métodos para os efeitos da

CEC mostrou forte correlação, acima de 0,70, para todas as características avaliadas (Tabela 5). Para as correlações entre as gerações, para todas as características, há uma boa concordância no sinal da correlação e nos valores obtidos por ambos os métodos.

Tabela 5 Correlações entre as gerações e entre os métodos, via análise dialélica (CEC) e via modelos mistos (BLUP) para a capacidade específica de combinação, para formato (Form), apontamento (Apont), achatamento (Achat), uniformidade de tamanho (UTam) e uniformidade de formato (UForm), textura da periderme (Pele), profundidade de olhos (Olho), aparência geral dos tubérculos (Apg), produtividade total (ProdT) e peso específico dos tubérculos (Pesp)

Correlação	Formato	Apont	Achat	Utam	Uform
CEC PGC-SGC	0.8342**	0.7209**	0.4793**	-0.4284**	-0.1096
Blup PGC-SGC	0.6176**	0.5303**	0.5984**	-0.3015	-0.0893
CEC-BLUP PGC	0.7408**	0.7504**	0.7385**	0.7693**	0.8051**
CEC-BLUP SGC	0.7799**	0.7314**	0.8335**	0.7669**	0.7294**
	Pele	Olho	Ap. Geral	ProdT	Pesp.
CEC PGC-SGC	0.2016**	0.1717**	0.3212**	0.4565**	0.0119
Blup PGC-SGC	0.4455**	0.3390**	0.4505**	0.4253**	0.2090**
CEC-BLUP PGC	0.7145**	0.8034**	0.7925**	0.7566**	0.7408**
CEC-BLUP SGC	0.7307**	0.8519**	0.7224**	0.7258**	0.8162**

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

Um dos objetivos deste trabalho foi definir bons genitores principalmente para caracteres de aparência e também tolerância ao calor, que gerassem uma descendência com maior proporção de clones com boa aparência de tubérculos. O melhoramento para a aparência geral dos tubérculos é complexo, devido ao grande número de caracteres componentes da aparência. Assim encontrar um genitor que possa contribuir favoravelmente para todos estes componentes é uma tarefa difícil.

Pelos resultados deste estudo a cultivar Vivaldi e o clone SR2 35-05 apresentam-se como bons genitores para melhorar os caracteres de aparência dos

tubérculos. Baseado na CGC a cultivar Vivaldi agrega formato alongado, boa aparência geral de tubérculos e alta uniformidade de tamanho, e ainda contribui favoravelmente com a produtividade de tubérculos. O clone SR2 35-05 assegurou a sua descendência uma boa aparência geral, formato alongado, textura da periderme lisa e uma boa uniformidade de formato. Estes dois genótipos por contribuírem com o formato alongado, também contribuem com o apontamento dos tubérculos, sendo portanto menos indicados para melhoria desta característica. No trabalho de Silva et al. (2009) formato e apontamento de tubérculos estão altamente correlacionados, sendo assim quanto mais alongado mais apontado tende a ser.

A cultivar Monalisa também contribuiu favoravelmente para a aparência geral, textura da periderme lisa e tubérculos não achatados. Esta cultivar não foi um bom genitor para produtividade e peso específico dos tubérculos, devendo, portanto ser utilizada em cruzamentos com genitores que favoreçam estas características. A cultivar Markies foi a que mais contribuiu para a melhoria do peso específico e da textura da periderme, entre as cultivares. A característica de peso específico, entre as cultivares, a contribuição de cada uma nas progênes que participaram, mostrou-se altamente influenciada pelo peso específico das mesmas. Com relação aos clones outro genótipo que também se mostrou interessante para ser utilizado como genitor foi o SR2 21-02 que contribui favoravelmente para o aumento da produtividade de tubérculos, uniformidade de formato, profundidade de olhos e aparência geral dos tubérculos.

Na seleção de famílias não há nenhuma que se apresentou superior para todos os caracteres avaliados, entretanto algumas merecem destaque como GMR 03, GMR 12 e GMR 17 (Tabela 2). Segundo Cuz et al. (2004) a situação ideal para o melhorista são combinações com alta CEC, e que envolvam pelo menos um dos genitores com alta CGC. A família GMR 03 apresentou uma boa contribuição para profundidade de olhos, além de ser a com melhor desempenho

produtivo em ambas as gerações, sob condições de calor e amenas (Tabela 2). Com relação a produtividade este bom desempenho está relacionado a contribuição dos genitores, Voyager e SR2 21-02, que apresentaram alta CGC para esta característica (Tabela 2). A família GMR 12 apresentou um formato mais alongado, textura da periderme lisa, boa uniformidade de formato e uma boa aparência geral dos tubérculos na PGC, sob condições de calor (Tabela 2). A família GMR 17, oriunda do cruzamento entre Vivaldi e SR2 35-05, foi a que apresentou melhor aparência dos tubérculos no conjunto dos caracteres avaliados (Tabela 2). Apenas a textura da periderme não tão foi tão favorável, porém apresentou um bom desempenho produtivo sob condições de calor.

Com relação a tolerância ao calor uma CGC positiva, para produtividade e peso específico de tubérculos, na safra das águas indica uma tolerância ao calor do genótipo, enquanto na safra de inverno indica uma resposta a melhoria das condições de temperatura do ambiente. Tal comportamento foi apresentado pelo clone SR2 21-02, com relação a produtividade de tubérculos, mostrando ser um genótipo interessante também para obtenção de clones com tolerância ao calor. O mesmo pressuposto de tolerância e responsividade ao calor, também vale para a CEC das famílias, uma vez que pelo R^2 o efeito das combinações híbridas não pode ser desprezado para a produtividade de tubérculos. Assim as famílias GMR 3 e GMR 14 podem ser consideradas tolerantes ao calor e responsivas a melhoria da temperatura do ambiente.

CONCLUSÕES

Não há genitor ideal para todas as características, a escolha dependerá dos objetivos do programa de melhoramento.

O clone SR2 21-02 foi o mais promissor em produzir clones com boa aparência de tubérculos e também tolerantes ao calor.

A cultivar Vivaldi foi a mais indicada para gerar clones com boa aparência de tubérculos e bom desempenho produtivo.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, M. H. P.; PINTO, C. A. B. P. Análise dialélica parcial entre cultivares de batata nacionais e introduzidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.33, p.307-320, 1998.
- BARBOSA, M.H.P.; RESENDE, M.D.V.; BRESSIANI, J.A.; SILVEIRA, L.C.I.; PETERNELLI, L.A. Selection of sugarcane families and parents by REML/BLUP. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. Viçosa, v.5, p.443-450, 2005.
- BENITES, F. R. G.; PINTO, C. A. B. P. Genetic gains for heat tolerance in potato in three cycles of recurrent selection. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. Viçosa, v. 11, p. 133-140, 2011.
- BRADSHAW, J.E.; MACKAY, G.R. Breeding strategies for clonally propagated potatoes. In: BRADSHAW, J.E.; MACKAY, G.R. (Ed.). **Potato genetics**. Wallingford: CAB International, p.467-497, 1994.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, v. 1, 480 p. 2004.
- GALARRETA, J. I. R.; EZPELETA, B.; PASCUALENA, J.; RITTER, E. Combining ability and correlations for yield components in early generations of potato breeding. **Plant Breeding Reviews**. Westport, v. 125, p. 183-186, 2006.
- GINZBERG, I.; BAREL, G.; OPHIR, R.; TZIN, E.; TANAMI, Z.; MUDDARANGAPPA, T.; DE JONG, W.; FOGELMAN, E. Transcriptomic profiling of heat-stress response in potato periderm. **Journal of Experimental Botany**. London, v.60, n. 15, p.4411-4421, 2009.
- GOPAL, J. Identification of superior parents and crosses in potato breeding programmes. **Theoretical Applied Genetics**. Berlin, v.96, p.287-293, 1998.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**. Melbourne, v.9, p.463-493, 1956.

LAMBERT, E. S.; PINTO, C. A. B. P.; BENITES, F. R. G. Potato improvement for tropical conditions: I. Analysis of stability. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. Viçosa, v. 6, p. 129-135, 2006.

LEVY, D.; VEILLEUX, R. E. Adaptation of Potato to High Temperatures and Salinity-A Review. **American Journal of Potato Research**. Orono, v. 84, p. 487-506, 2007.

MARIS, B. Analysis of an incomplete diallel cross among three ssp. tuberosum varieties and seven long-day adapted ssp. andigena clones of the potato (*Solanum tuberosum* L.). **Euphytica**. Wageningen, v.41, p.163-182, 1989.

MENEZES, C.B. de; PINTO, C.A.B.P.; NURMBERG, P.L.; LAMBERT, E.S. Combining ability of potato genotypes for cool and warm seasons in Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. Viçosa, v.1, n.2, p.145-157, 2001.

OLIVEIRA, R.A. de; DAROS, E.; BESPALHOK-FILHO, J.C.; ZAMBON, J.L.C.; IDO, O.T.; WEBER, H.; RESENDE, M.D.V. de; ZENI-NETO, H. Seleção de famílias de cana-de-açúcar via modelos mistos. **Scientia Agraria**. Curitiba, v.9, n.3, p.269-274, 2008.

RESENDE, M. D. V.; PRATES, D. F.; JESUS, A.; YAMADA, C. K. Estimativa de componentes de variância e predição de valores genéticos pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML) e melhor predição linear não viciada (BLUP) em Pinus. **Boletim de Pesquisa Florestal**. Colombo, n.32/33, p.18-45, 1996.

RESENDE, M. D. V. **Software SELEGEN-REML/BLUP: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos mistos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 435p.

SAS Institute (2000). SAS/STAT user's guide. Version 8, SAS Institute, Cary.

SILVA; G. O.; PEREIRA, A. S.; SOUZA, V. Q.; CARVALHO F. I. F.; NETO; R. F. Correlação entre caracteres fenotípicos e análise de trilha para aparência e rendimento de batata. **Revista Ceres**. Viçosa, v.56, n. 1, p.63-68, 2009.

SILVA, G. O.; NEY, V. G.; TERRES, L. R.; PEREIRA, A. S.; SUINAGA, F. A. Capacidade de combinação de genitores de batata para caracteres de aparência e rendimento de tubérculos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 4, p. 489-497, 2013.

WHITE T. L.; HODGE, G. R. Predicting breeding values with applications in forest tree improvement. **Kluwer Academic Publishers**: Netherlands. 367p. 1989.

ARTIGO 3

SELEÇÃO DE FAMÍLIAS PARA APARÊNCIA DOS TUBÉRCULOS E TOLERÂNCIA A TEMPERATURAS ELEVADAS EM BATATA

RESUMO

A seleção de famílias é um método que possibilita uma maior eficiência nos programas de melhoramento, uma vez que as famílias inferiores são descartadas e concentra-se os recursos nas famílias mais promissoras. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência da seleção de famílias para os caracteres de aparência e de produção em condições de calor e temperaturas amenas. Utilizou-se neste estudo famílias gerada do cruzamento biparental entre clones tolerantes ao calor e cultivares de boa aparência dos tubérculos. Foram avaliados caracteres de aparência, produtividade e peso específico na geração *seedling*, primeira e segunda geração clonal. Com relação aos caracteres de aparência dos tubérculos algumas famílias se destacaram na geração *seedling* por apresentarem maior frequência de clones superiores. Na primeira e segunda geração clonal identificou-se famílias tolerantes ao calor e responsivas a melhoria nas condições de temperatura, para produtividade e peso específico dos tubérculos. Concluiu-se que a seleção de famílias para produtividade e peso específico dos tubérculos foi eficiente, e que a seleção de famílias para o conjunto de caracteres de aparência dos tubérculos se mostrou menos eficiente.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum* L.. Estresse abiótico. Famílias clonais.

ABSTRACT

Family selection is a method which allows a greater efficiency in breeding programs, since the lower performance families are discarded and focuses are thrown on those most promising families. The aim of this study was to evaluate the efficiency of family selection for traits of tuber appearance and tuber yield under warm and mild temperatures. In this study families were generated by biparental crosses between heat tolerant clones and commercial cultivars with and good tuber appearance. Traits of tuber appearance, tuber yield and tuber specific gravity were evaluated in the seedling, first and second clonal generations. Regarding the traits of tuber appearance some families presented higher frequency of superior clones in the seedling generation. In the first and second generations heat tolerant families were identified which showed positive responsive ness to mild temperatures for tuber yield and tuber specific gravity. It was concluded that family selection for tuber yield and tuber specific gravity was efficient, but family selection for all traits related to tuber appearance was less effective.

Keywords: *Solanum tuberosum* L. Abiotic stress. Clonal families.

INTRODUÇÃO

Os programas de melhoramento de batata geralmente se iniciam com cruzamentos biparentais e são obtidas populações com grande número de clones nas gerações iniciais. Os clones obtidos são avaliados visualmente para caracteres de aparência dos tubérculos e a batata-semente é multiplicada para a condução de ensaios em maior escala nas gerações subseqüentes. Este procedimento é conhecido como seleção clonal, que consiste simplesmente na identificação dos melhores indivíduos da população. A seleção clonal tem se mostrado pouco eficiente, devido à quantidade limitada de material propagativo nas gerações iniciais de modo que os experimentos são conduzidos sem repetição resultando em baixa precisão na avaliação. Uma alternativa à seleção clonal seria a seleção de famílias, que teria o objetivo de identificar as famílias superiores onde provavelmente estariam os clones mais promissores. Famílias com baixo desempenho seriam completamente eliminadas e nenhum de seus clones seria avaliado nas gerações mais avançadas.

Sabe-se que em batata, assim como na maioria das culturas, a variância genética dentro de famílias é maior que a variância entre famílias, para os caracteres agrônômicos (BRADSHAW et al., 1998; GOPAL, 2001; DINIZ et al., 2006; MELO et al., 2012), indicando que o grande potencial de seleção é alcançado dentro das melhores famílias. Segundo Diniz et al. (2006), as melhores famílias contêm um maior número de clones superiores e os poucos clones com bom desempenho dentro das famílias inferiores na sua grande maioria, não superam os melhores clones das outras famílias. A seleção das melhores famílias nas gerações iniciais implica na redução no número de clones a serem avaliados nas gerações mais avançadas levando à economia de recursos, além de permitir maior precisão nas avaliações dos clones retidos.

Os efeitos de temperaturas elevadas na cultura da batata são principalmente a redução na produtividade e qualidade dos tubérculos (LEVY; VEILLEUX, 2007). A seleção de famílias visando a tolerância ao calor já foi relatada na literatura (BENAVENTE et al., 2011; BENAVENTE; PINTO, 2012). Benavente et al., (2011) avaliaram o efeito da seleção precoce visando a tolerância ao calor, os autores trabalharam 30 famílias até a quarta geração clonal, simulando diferentes intensidades de seleção. Como conclusão os autores comentam que a seleção precoce para produtividade e peso específico em condições de calor, com intensidades de seleção de 20 a 60%. Benavente e Pinto (2012) se propuseram a verificar a eficiência da seleção de famílias para tolerância ao calor, trabalharam com 30 famílias e simularam diferentes intensidades de seleção na geração *seedling* e primeira geração clonal, concluindo que o ideal são intensidade de 60% nas duas gerações.

Para os caracteres de produção e resistência a doença a seleção de família têm se mostrado eficiente (BRADSHAW et al., 1998; GOPAL, 2001; DINIZ et al., 2006; AMARO et al., 2006; MELO et al., 2012). Contudo no caso dos caracteres de aparência dos tubérculos poucos trabalhos têm sido realizados para avaliar a eficiência da seleção de famílias. Este trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade da seleção de famílias para produtividade, peso específico e aparência dos tubérculos em duas condições de temperatura.

MATERIAL E MÉTODOS

As famílias foram geradas pelo cruzamento de seis cultivares comerciais e oito clones do programa de melhoramento genético da batata da UFLA, no esquema dialélico parcial (cultivares x clones) sendo produzidas 22 famílias clonais. As cultivares foram escolhidas por apresentarem ótima aparência de tubérculos (i.e., pele amarelo-clara, lisa e brilhante, olhos rasos, formato alongado ou ovalado, polpa de cor creme, livre de desordens internas ou externas), e os clones foram escolhidos por apresentarem tolerância ao calor, alto potencial produtivo e alto teor de matéria seca nos tubérculos.

As sementes botânicas foram semeadas em bandejas de isopor e posteriormente as plântulas foram transplantadas para vasos plásticos de 10 cm de diâmetro para produzir a geração *seedling* (GS). De cada família foram cultivados aproximadamente 100 plântulas na GS. As plântulas foram cultivadas até aproximadamente 100 dias e na colheita tomaram-se dois tubérculos de cada clone. Os clones foram colhidos e avaliados individualmente. Três avaliadores atribuíram notas para os caracteres aparência de tubérculos, formato de tubérculos, profundidade de olhos (gemas) e aspereza da pele, empregando-se uma escala de notas variando de 1 (pior desempenho) a 5 (melhor desempenho). Na GS a nota de cada família para os caracteres de aparência foi calculada pela média dos clones pertencentes à família. A produtividade e o peso específico de tubérculos foram obtidos por amostras contendo um tubérculo de cada clone da família.

Na primeira geração clonal (PCG) Os ensaios foram instalados no delineamento de blocos casualizados com três repetições, sendo as parcelas representadas por 10 clones de cada família, espaçados de 0,80 x 0,50 m. Como testemunhas foram usadas as cultivares Caesar e Voyager e os clones tolerantes ao calor CBM 16-16 e CBM 22-19. Os ensaios foram conduzidos no período de

novembro de 2011 a março de 2012 (safra das águas – temperaturas elevadas) na área experimental da EPAMIG em Pouso Alegre, MG.

Para condução dos experimentos da segunda geração clonal (SGC) utilizou-se 20 clones de 22 famílias, totalizando 440 clones. Vale ressaltar que os clones utilizados neste experimento não foram necessariamente os mesmos utilizados na geração anterior, mas sim uma amostra aleatória obtida dentro de cada família. Os experimentos da geração C2 foram conduzidos no delineamento de blocos casualizados com 20 repetições por família e as parcelas foram constituídas por cinco plantas de um clone de cada família. As testemunhas foram as mesmas da geração anterior.

O experimento também foi conduzidos na fazenda experimental da EPAMIG, no município de Pouso Alegre- MG na safra de inverno de 2012 (junho a outubro). O espaçamento utilizado foi de 0,3 m x 0,8 m entre linhas. A adubação utilizada foi de 3500 kg de fertilizante formulado 04-14-08 (N, P₂O₅, K₂O) no plantio, e no momento da amontoa foi realizada a adubação de cobertura com 400 kg de fertilizante formulado 20-05-20. O preparo de solo, o manejo de irrigação e as pulverizações com defensivos foram realizadas conforme a prática dos produtores na região.

Foram avaliados os seguintes caracteres dos tubérculos na PGC e SGC: formato (nota 1 = redondo a nota 5 = alongado), profundidade de olhos (nota 1 = olhos profundos a nota 5 = olhos rasos), defeitos: apontamento, achatamento, curvatura (nota 1 = defeito mais acentuado a nota 5 = ausência de defeito), aparência geral (nota 1 = má aparência a nota 5 = boa aparência), aspereza da pele (nota 1 = pele áspera a nota 5 = pele lisa), cor da pele (nota 1 = amarelo escuro a nota 5 = amarelo claro), cor da polpa (nota 1 = branco a nota 5 = amarelo), uniformidade de tamanho e a uniformidade de formato (nota 1 = pouco uniforme a nota 5 = muito uniforme), a produtividade de tubérculos e o peso específico de tubérculos.

Foram realizadas análises de variância individuais para todo experimento e no nível de famílias, empregando o software SAS (SAS institute, 2000). Pelo valor obtido no teste de F foi calculada a acurácia, e com base nos quadrados médios obtidos foram estimados as herdabilidades, o coeficiente de variação genético (CVG), e o ambiental (CVE), e pela razão entre os dois foi calculado o coeficiente de variação relativo (b). Na PGC e SGC foi realizada a soma de postos ou ranks (MULAMBA; MOCK, 1978) para os caracteres de aparência dos tubérculos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nas médias das famílias na GS foi realizado o ordenamento destas no sentido da melhor para as pior, para todas as características avaliadas nesta geração (Tabela 1). Nesta fase as médias das famílias apresentaram valores muito próximos, porém a superioridade das melhores famílias para os caracteres de aparência dos tubérculos pode ser explicada pela distribuição da frequência de notas, onde nas melhores famílias se observa uma maior porcentagem de indivíduos com notas superiores.

Tabela 1 Classificação das dez melhores famílias para caracteres de aparência, produtividade e peso específico dos tubérculos na GS

Ordem	Prod.	P.esp.	Form	Pele	Olho	Ap. geral	Soma Apa.
1º	6	14	17	12	7	4	7
2º	22	10	16	7	5	13	13
3º	5	11	8	11	10	20	2
4º	7	16	24	2	2	16	10
5º	2	7	19	13	9	24	14
6º	3	12	6	14	14	3	4
7º	15	8	1	17	6	15	11
8º	8	2	7	10	22	17	12
9º	4	4	12	8	12	11	16
10º	13	17	5	4	8	7	9

Com relação aos caracteres de aparência algumas famílias se destacaram na GS por apresentarem maior frequência de tubérculos com ótima aparência geral. Por exemplo, a família 4 (Tabela 1) apresentou mais de 60% de clones com notas 4 e 5, também as famílias 15, 16, 17 e 20 apresentaram mais de 40% de clones com as maiores notas. Com relação ao formato dos tubérculos, a maioria das famílias apresentou clones com tubérculos tendendo para alongado

(notas 4 e 5). As famílias 8, 16, 17 e 19 (Tabela 1) apresentaram progênies com mais de 60% de clones alongados. A frequência média de clones com notas 1 e 2 (redondos) foi de 6,1% e a frequência máxima foi apenas 16,2% para a família 15. De modo geral para profundidade de olhos as famílias apresentaram tubérculos com olhos rasos ou superficiais (notas 4 e 5) e uma frequência baixa (média de 9,25%) de olhos profundos ou moderadamente profundos (notas 1 e 2). Já para a característica aspereza da pele a situação foi completamente diferente, pois a frequência de clones com tubérculos de pele lisa (notas 4 e 5) foi de apenas 10,6% (Tabela 5). Este resultado mostra a dificuldade de se obter clones com pele lisa e brilhante que é o padrão preferido pelo consumidor de cultivares de mesa.

A produtividade de tubérculos das famílias na GS variou de 20,6 a 43,5 g por planta, ou seja, a família 6 (Tabela 1) produziu 111% a mais que a família 16. Os valores baixos apresentados para a produtividade de tubérculos são devido ao recipiente de cultivo utilizado na GS. O peso específico de tubérculos nesta geração apresentou valores superestimados para algumas famílias, variando de 1.077 a 1.114. Esta é uma variação considerável entre as famílias para esta característica, onde um peso específico de 1,060 os tubérculos são adequados apenas para cozimento e de acima de 1.077 podem ser utilizados para fritura ou preparo de massas.

A utilização da GS na seleção de famílias tem sido proposta por alguns autores (LOVE et al., 1997; BISOGNIN; DOUCHES, 2002; SILVA et al., 2008; BENAVENTE et al., 2011), porém segundo Silva e Pereira (2011) esta não tem sido muito utilizada por ter sua eficiência questionada. A eficiência de seleção de famílias para caracteres de aparência dos tubérculos na GS foi relatada na literatura podendo ser realizada para o formato, profundidade de olhos (LOVE et al., 1997), textura da periderme, apontamento achatamento e curvatura dos tubérculos (SILVA et al., 2008). Benavente et al. (2011) relata a possibilidade de

realizar a seleção para peso específico dos tubérculos na GS, devido a boa repetibilidade com as gerações seguintes. Benavente e Pinto (2012) sugerem a utilização da GS em seleção seqüencial com a PGC, para peso específico dos tubérculos, aplicando uma intensidade de seleção de 60% em ambas, ou de 60 e 40% na GS e PGC respectivamente.

Com relação aos experimentos da PGC e SGC houve diferença significativa, entre as famílias, para maioria das características avaliadas, indicando que existe variabilidade entre as famílias. As exceções foram achatamento e curvatura na PGC e uniformidades de tamanho e formato, textura da periderme e aparência geral dos tubérculos na SGC. Observa-se que para maioria das características avaliadas os valores das acurácias foram superiores a 0,7, o que indica uma boa precisão experimental. Resende e Duarte (2007) comentam que acurácias entre 0,7 e 0,9 determinam uma classe de precisão alta, e acima de 0,9 muito alta. Com relação às herdabilidades observa-se que as da PGC foram superiores as da SGC, isto provavelmente ocorreu devido as diferenças no desenho experimental aplicado em cada geração. A relação entre o coeficiente de variação genético e o ambiental (b), para famílias, foi superior a 1 apenas para formato, apontamento, achatamento e textura da periderme na PGC.

Tabela 2 Médias, herdabilidades (h^2), acurácia (r), coeficiente de variação genético (CVG) e relação entre os coeficientes de variação genético e ambiental (b) da PGC

FV	Quadrado Médio										
	ProdT	Pesp	Form	Apont	Achat	Curv	Uform	Utam	Pele	Olho	Apg
Media	738.88	1.0615	3.13	4.48	4.76	4.94	3.38	3.06	3.27	3.67	2.36
Média Fam	762.80	1.0609	3.18	4.46	4.80	4.95	3.29	3.03	3.18	3.68	2.31
h	0.60	0.45	0.81	0.51	0.46	-	0.57	0.62	0.81	0.51	0.49
h(f)	0.42	0.09	0.25	0.13	0.43	-	0.07	0.09	0.19	0.10	0.12
r	0.90	0.85	0.96	0.87	0.85	-	0.90	0.91	0.96	0.87	0.86
r(f)	0.82	0.81	0.93	0.87	0.63	-	0.78	0.81	0.91	0.85	0.85
CVG	0.17	0.0030	0.20	0.07	0.05	-	0.12	0.14	0.17	0.08	0.12
CVG(f)	0.11	0.0026	0.14	0.07	0.11	-	0.08	0.09	0.11	0.07	0.12
b	1.23	0.91	2.06	1.03	0.92	-	1.15	1.27	2.09	1.01	0.99
b(f)	0.85	0.80	1.49	1.00	2.23	-	0.71	0.79	1.25	0.86	0.94

Tabela 3 Médias, herdabilidades (h^2), acurácia (r), coeficiente de variação genético (CVG) e relação entre os coeficientes de variação genético e ambiental (b) da geração C2

FV	Quadrado Médio										
	ProdT	Pesp	Form	Apont	Achat	Curv	Uform	Utam	Pele	Olho	Apq
Media	652.23	1.0754	3.13	4.38	4.43	4.62	3.63	3.12	3.51	4.36	2.12
Média Fam	658.93	1.0755	3.14	4.36	4.46	4.61	3.63	3.11	3.51	4.39	2.10
h	0.85	0.20	0.37	0.19	0.14	0.16	0.04	-	0.17	0.11	0.10
h(f)	0.85	0.18	0.34	0.17	0.10	0.12	-	-	0.06	0.06	0.04
r	0.95	0.91	0.96	0.91	0.87	0.89	0.67	-	0.89	0.85	0.83
rf	0.96	0.90	0.95	0.90	0.83	0.86	0.99	-	0.76	0.75	0.67
CVG	26.62	62 10 ⁻⁵	0.08	0.02	0.02	0.01	0.01	-	0.05	0.02	0.02
CVGf	27.35	54 10 ⁻⁵	0.07	0.02	0.02	0.01	-	-	0.02	0.01	0.01
b	5.46	0.25	0.58	0.23	0.16	0.19	0.04	-	0.20	0.13	0.11
b(f)	5.61	0.22	0.51	0.21	0.12	0.14	-	-	0.07	0.06	0.04

Resende e Duarte (2007) defendem a utilização da acurácia seletiva em experimentos de avaliação de materiais genéticos, pois este parâmetro não depende apenas da magnitude da variação residual e do número de repetições, mas também da proporção entre as variações de natureza genética e residual associadas ao caráter em avaliação. Segundo Vencovsky (1987) o coeficiente de variação relativa (b) maior que a unidade é adequado para avaliação de cultivares, porém Resende e Duarte (2007) comentam que este coeficiente é dependente do número de repetições, assim pode-se obter acurácias elevadas com valores de b menores que a unidade. Pelo exposto o parâmetro mais importante em experimentos de genótipos seria a acurácia.

O comportamento das famílias para a produtividade e peso específico de tubérculos na PGC e SGC estão apresentadas nas Figuras 1 e 2. Considerando o desempenho das famílias em cada geração, ou safra, para produtividade de tubérculos verifica-se que a maior parte das famílias foi superior à média na PGC, em condições de calor (Figura 1). Tal comportamento indica uma possível tolerância a temperaturas elevadas, quando comparadas com as testemunhas apenas oito famílias apresentaram desempenho inferior ao do clone CBM22-19 que apresenta tolerância ao calor (LAMBERT et al., 2006). Nenhuma família apresentou produtividade inferior à das testemunhas sob condições de calor, indicando um progresso para esta característica.

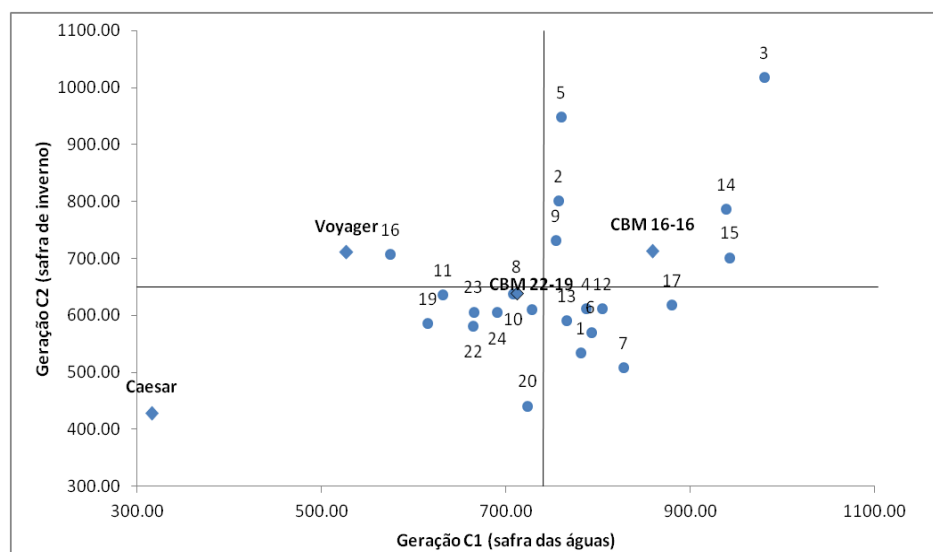


Figura 1 Produtividade de tubérculos na PGC e C2

Analisando o desempenho das famílias nas duas gerações pode-se observar que 36% das famílias clonais (8 famílias) apresentaram desempenho abaixo da média de produtividade de tubérculos em ambas as gerações (Figura 1). Aproximadamente 32% das famílias (7 famílias) apresentaram desempenho acima da média na PGC, sob temperaturas elevadas, porém em condições de temperaturas amenas não responderam a melhoria das condições. Do total de famílias avaliadas apenas 27% tiveram desempenho superior à média em ambas as gerações, ou seja são tolerantes ao calor e responsivas à melhoria das condições de temperatura, assim como o clone CBM16-16 tolerante ao calor (LAMBERT et al., 2006).

Para o peso específico de tubérculos verificou-se uma distribuição mais uniforme das famílias clonais nos quadrantes (Figura 2), sendo a porcentagem de famílias que foram superiores a média na PGC foi de 40%, e na SGC de 50%. Das famílias que tiveram peso específico superior a média em condições de calor a maioria respondeu a melhoria na temperatura. Assim como os clones

CBM16-16 e CBM22-19, as famílias que superaram a média nas duas condições de cultivo podem ser classificadas como tolerantes ao calor e responsivas a melhoria da temperatura. No conjunto das três gerações observa-se que as famílias 2, 4, 10, 11 e 14 sempre tiveram um peso específico superior à média, indicando uma possibilidade de seleção ainda na GS. Ainda analisando o comportamento da família 2 nas três gerações para produtividade de tubérculos e peso específico verifica-se que esta sempre esteve entre as mais promissoras.

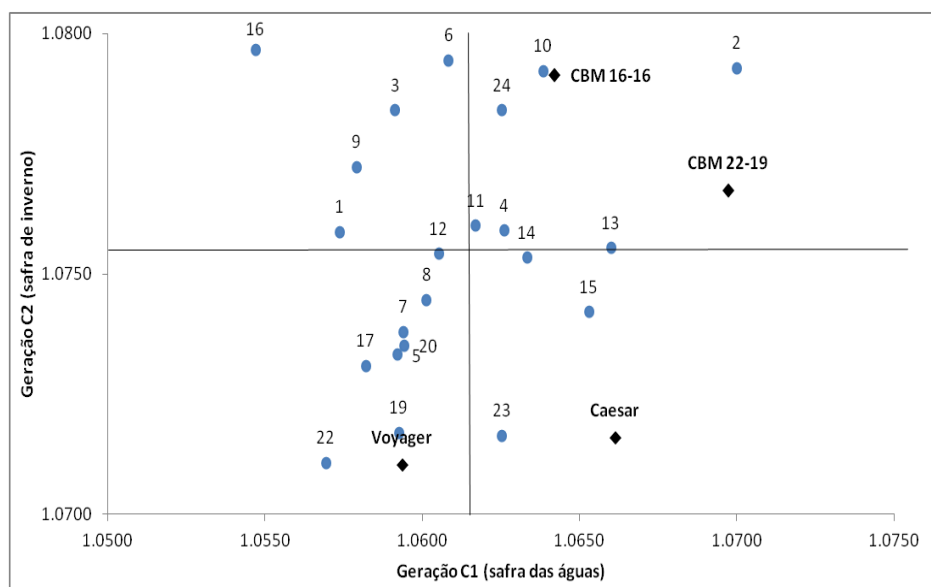


Figura 2 Peso específico dos tubérculos na PGC e C2

Sabe-se que dentro de cada família ocorre a segregação dos clones quanto ao desempenho em determinado ambiente, porém espera-se que a maioria dos clones tenha o mesmo comportamento da família. Assim baseado no desempenho das famílias nas duas safras podemos selecionar para um ambiente específico, com relação a temperatura, ou adaptação ampla. A seleção de famílias tolerantes e responsivas as melhorias na temperatura, ou de adaptação

ampla parece ser a melhor estratégia, pois possibilita a obtenção de clones que suportam as oscilações do ambiente.

A seleção de famílias em batata consiste em uma estratégia para reduzir o tamanho da população inicial, uma vez que o foco do melhoramento é a obtenção de novos clones (Benavente e Pinto, 2012). A seleção de famílias baseada na avaliação em diferentes ambientes consiste em uma boa estratégia visando a obtenção de clones com adaptação ampla, devendo a seleção ser realizada com base na média dos ambientes (LAMBERT et al., 2006; SIMON et al., 2009). Simon et al (2009) trabalhando com 22 famílias clonais em três ambientes, observou uma grande interação entre família e ambiente para o peso específico dos tubérculos. Estes autores verificaram que os maiores progressos genéticos são obtidos com a seleção de famílias para determinado ambiente, porém é possível realizar a seleção de famílias com adaptação ampla.

Benavente et al. (2011) comentam que a seleção de famílias, para produtividade de tubérculos, na PGC em condições de calor, pode ser realizada com intensidades de seleção superiores a 30%, por apresentarem alta repetibilidade nas gerações seguintes cultivadas tanto em condições de calor como de temperatura amenas. Segundo estes autores para o peso específico dos tubérculos, a seleção pode ser realizada na mesma condição, porém com uma intensidade de seleção acima de 20%. Casler e Brummer (2008) trabalhando com simulação de seleção entre e dentro, de famílias de cana-de-açúcar, verificaram que a seleção de famílias deve ser praticada com intensidade de seleção mais branda e a seleção de clones com uma intensidade igual ou maior.

Na tentativa de classificar as famílias quanto à aparência dos tubérculos foi estimada soma de postos, índice de Mulamba e Mock (1978), dos oito caracteres avaliados, apenas o formato não foi incluído na soma. O formato dos tubérculos é uma característica classificatória da aptidão de uso não devendo ser agrupado com as demais características de aparência dos tubérculos, sendo

tubérculos redondos indicado para indústria de *chips*, e os alongados e ovais para uso doméstico e indústria de palitos pré-frito. As famílias foram classificadas de acordo com o somatório das características de aparência dos tubérculos (Tabela 3). Verifica-se que as famílias com melhor aparência de tubérculos na PGC e SGC são a 3, 6, 9 e 19, analisando o ranqueamento obtido nas duas gerações. Não houve muita coincidência nas melhores famílias para soma dos caracteres de aparência entre a GS e a PGC e SGC. As diferenças ocorreram provavelmente devido a um número maior de caracteres avaliados na PGC e SGC, e devido o cultivo ter sido realizado em campo.

Tabela 4 Média de formato, soma de postos das características de aparência e ranqueamento das famílias para os caracteres de aparência dos tubérculos, na PGC e SGC

Família	PGC			SGC		
	Formato	Aparência	Rank	Form	Aparência	Rank
Família 1	3.06	82	9	2.95	96	17
Família 2	3.75	80	6	2.90	81	9
Família 3	3.33	60	3	2.35	67	2
Família 4	2.33	82	9	2.40	86	13
Família 5	3.60	71	4	3.65	92	15
Família 6	3.51	49	1	3.65	78	6
Família 7	2.64	74	5	3.00	111	20
Família 8	3.39	87	11	3.44	82	11
Família 9	3.27	81	8	3.05	63	1
Família 10	3.54	126	21	3.30	85	12
Família 11	2.87	130	22	2.25	78	6
Família 12	3.79	102	16	3.75	81	9
Família 13	2.78	96	15	2.95	90	14
Família 14	2.68	119	19	3.30	125	22
Família 15	2.47	80	6	2.45	96	17
Família 16	3.64	88	12	3.95	76	3
Família 17	4.07	89	13	4.00	77	5
Família 19	3.17	55	2	3.40	76	3
Família 20	3.05	94	14	2.80	79	8
Família 22	2.48	102	16	3.40	119	21
Família 23	3.31	108	18	3.25	94	16
Família 24	3.31	121	20	3.05	100	19

Uma maneira de verificar a eficiência da seleção de famílias seria através da classificação dos melhores clones da população. Se a seleção de famílias for eficiente seria esperado que a maioria dos melhores clones estivesse dentro das melhores famílias. Observa-se que para produtividade, peso específico e para as características de aparência dos tubérculos a seleção de famílias foi eficiente (Tabela 4). A seleção de famílias para aptidões de uso não foi eficiente, devido ao fato que pelas médias das famílias avaliadas não foi possível observar uma aptidão, havendo uma grande segregação dos clones dentro de cada família.

Tabela 5 Porcentagem dos 50 melhores clones por família, na PGC e SGC

Família	PGC					SGC				
	Prod	Pesp.	Apa	Mesa	Ind	Prod	Pesp.	Apa	Mesa	Ind
Família 1	4.0	4.0	8.0	8.0	4.0	0.0	6.0	0.0	2.0	0.0
Família 2	4.0	20.0	6.0	6.0	12.0	6.0	6.0	2.0	2.0	6.0
Família 3	4.0	4.0	4.0	8.0	4.0	14.0	10.0	4.0	14.0	6.0
Família 4	2.0	6.0	4.0	4.0	6.0	2.0	8.0	4.0	6.0	10.0
Família 5	2.0	0.0	4.0	4.0	8.0	20.0	4.0	4.0	14.0	0.0
Família 6	4.0	6.0	14.0	4.0	8.0	4.0	10.0	12.0	0.0	6.0
Família 7	10.0	4.0	2.0	6.0	2.0	2.0	4.0	2.0	4.0	0.0
Família 8	6.0	4.0	8.0	2.0	4.0	6.0	2.0	4.0	4.0	8.0
Família 9	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	8.0	8.0	12.0	4.0	6.0
Família 10	8.0	8.0	2.0	4.0	4.0	2.0	10.0	2.0	2.0	2.0
Família 11	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	8.0	4.0	2.0	2.0
Família 12	6.0	0.0	4.0	2.0	6.0	2.0	0.0	4.0	2.0	8.0
Família 13	4.0	8.0	6.0	4.0	4.0	6.0	2.0	6.0	4.0	2.0
Família 14	10.0	6.0	0.0	8.0	2.0	6.0	0.0	0.0	8.0	2.0
Família 15	8.0	6.0	6.0	8.0	6.0	2.0	2.0	4.0	6.0	6.0
Família 16	0.0	4.0	2.0	0.0	8.0	6.0	6.0	10.0	4.0	14.0
Família 17	10.0	0.0	6.0	8.0	6.0	4.0	0.0	12.0	2.0	6.0
Família 19	6.0	4.0	6.0	8.0	4.0	4.0	0.0	4.0	8.0	6.0
Família 20	4.0	2.0	10.0	6.0	2.0	0.0	2.0	2.0	0.0	0.0
Família 22	2.0	4.0	0.0	4.0	0.0	2.0	0.0	0.0	4.0	4.0
Família 23	0.0	0.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	6.0	8.0	0.0
Família 24	2.0	6.0	2.0	2.0	6.0	2.0	12.0	2.0	0.0	6.0

Para a produtividade de tubérculos e considerando as cinco melhores famílias (27%) na PGC e SGC, foi observado que 42% e 54% dos cinquenta melhores clones pertenciam a estas famílias. Quando se considera uma intensidade de seleção de famílias de 50% verifica-se que 64% e 76% dos mesmos cinquenta clones na PGC e SGC, pertencem às famílias selecionadas. No caso de peso específico dos tubérculos observou-se a mesma tendência, ou seja 48% e 42% dos cinquenta melhores clones na PGC e SGC respectivamente pertencem a estas cinco melhores famílias. Se a intensidade de seleção entre famílias for de 50% verifica-se que 72% e 86% dos clones superiores estavam nas onze melhores famílias. Para mostrar a eficiência da seleção de famílias Simonds (1996) utilizando de simulação relatou que 60% dos melhores clones deveriam pertencer a 10% das melhores famílias, e 70% dos melhores clones seriam oriundos de 20% das melhores famílias.

No caso de aparência dos tubérculos a seleção de famílias foi menos eficiente. Considerando a seleção das cinco melhores famílias (27%) na PGC e SGC apenas 34% e 36% dos melhores cinquenta clones pertenciam a estas famílias. Quando se considera as onze melhores famílias (50%) de cada geração, a porcentagem de clones pertencentes a estas foi de 58% e 66% para PGC e SGC respectivamente. A menor proporção de clones pertencentes às melhores famílias, em relação a produtividade e peso específico dos tubérculos, provavelmente ocorreu devido a complexidade deste caráter já que a aparência dos tubérculos é composta por diversos componentes.

A aptidão de uso dos clones pode ser definida pelo formato, peso específico e aparência dos tubérculos, devendo a produtividade ser a condição primária. Baseado nas médias destas características pode ser definido a aptidão dos clones. Entre os cinquenta melhores clones selecionados a aptidão da família para mercado *in natura* (mesa) ou indústria.

O mercado para mesa, ou uso doméstico, prioriza tubérculos com boa aparência, de formato oval ou alongado e peso específico mediano, aproximadamente 1,075 que possibilita o multiuso, isto é cozimento, preparo de massas, fritura, etc. Para este segmento de mercado pode-se observar que as famílias 3, 14 e 19 foram as que apresentaram em ambas as gerações maior número de clones com aptidão para mesa (Tabela 4). A indústria de processamento de palitos pré-fritos exige tubérculos alongados e peso específico acima de 1,080. Neste segmento de mercado devido à oscilação do peso específico dos clones causada pela temperatura, entre as gerações, não foi possível ter uma clareza com relação a aptidão das famílias, porém as famílias 2, 10 e 13 apresentaram-se bom percentual de clones destinados para indústria em ambas as gerações, sendo consideradas tolerantes ao calor e responsivas a melhoria das condições de temperatura.

CONCLUSÕES

A seleção de famílias se mostrou eficiente para produtividade e peso específico dos tubérculos, identificando famílias tolerantes ao calor e responsivas a temperaturas amenas.

A seleção de famílias para o conjunto de caracteres de aparência dos tubérculos se mostrou menos eficiente, sendo a seleção para cada característica individualmente mais eficiente.

Identificou-se famílias com boa aptidão para os segmentos de industria de palitos pré-fritos, e de uso doméstico dos tubérculos.

REFERÊNCIAS

- AMARO, G. B.; PINTO C. A. B. P.; LAMBERT, E. S.; MARTINS NETO, L. L. Early selection of potato clones for tuber characters. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 27, p. 585-589, 2003.
- BENAVENTE, C. A. T.; PINTO, C. A. B. P. Selection intensities of families and clones in potato breeding. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras. v. 36, n. 1, p. 60-68, 2012.
- BENAVENTE, C. A. T.; PINTO, C. A. B. P.; FIGUEIREDO, I. C. R., RIBEIRO, G. H. M. R. Repeatability of family means in early generations of potato under heat stress. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. Viçosa. v.11, p.330-337, 2011
- BISOGNIN, D. A.; DOUCHES, D. S. Early generation selection for potato tuber quality in progenies of late blight resistant parents. **Euphytica**. Wageningen, v. 127, p.1-9, 2002.
- BRADSHAW, J. E. et al. Early-generation selection between and within pair crosses in a potato (*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*) breeding programme. **Theoretical and Applied Genetics**. Berlin, v. 97, p. 1331-1339, 1998.
- CASLER, M. D.; BRUMMER, E. C. Theoretical expected genetic gains for Among-and-Within-Family selection methods in perennial forage crops. **Crop Science**. Madison, v. 48, n. 3, p. 890-902, 2008.
- DINIZ, M. C.; PINTO, C. A.; LAMBERT, E. S. Sample size for family evaluation in potato breeding programs. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 30, p. 277-282, 2006.
- GOPAL, J. Between and within families variation and family selection in potato breeding programmes. **Journal of Genetics and Breeding**. Roma, v. 55, p. 313-318, 2001.

LAMBERT, E. S.; PINTO, C. A. B. P.; BENITES, F. R. G. Potato improvement for tropical conditions: I. Analysis of stability. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. Viçosa, v. 6, p. 129-135. 2006.

LEVY, D.; VEILLEUX, R. E. Adaptation of Potato to High Temperatures and Salinity-A Review. **American Journal of Potato Research**. Orono, v. 84, p. 487-506, 2007.

LOVE, S. L.; WERNER, B. K.; PAVEK, J. J. Selection for individual traits in the early generations of a potato breeding program dedicated to producing cultivars with tuber having long shape and russet skin. **American Potato Journal**. Orono, v. 74, n. 3, p. 199-213, May/June 1997.

MELO, D. S.; PINTO, C. A. B. P.; PEIXOUTO, L. S.; NEDER, D. G.; ASSIS, J. C. Early selection of potato full-sib families. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 35, n. 6, p.1101-1109, 2011.

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. 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**. Alexandria, v.7, n.1, p. 40-51, 1978.

RESENDE, M. D. V. de; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v. 37, n. 3, p. 182-194, 2007.

SAS Institute (2000). SAS/STAT user's guide. Version 8, SAS Institute, Cary.

SILVA, G. O.; PEREIRA, A. S.; SOUZA, V.; CARVALHO, F. I. F.; FRITSCH NETO, R. Seleção para caracteres fenotípicos de tubérculos nas primeiras gerações em batata. *Revista Ceres*. Viçosa, v. 55, n. 3, p. 168-172, 2008.

SILVA, G. O.; PEREIRA, A. S.; Seleção em gerações iniciais para caracteres agronômicos em batata. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 29, n. 4, p. 499-455, 2011.

SIMMONDS, N. W. Family selection in plant breeding. **Euphytica**. Wageningen, v. 90, n. 2, p. 201-208, 1996.

SIMON, G. A.; PINTO, C. A. B. P.; BENITES, F. R. G. Seleção de famílias clonais de batata em diferentes ambientes. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 33, n. 1, p. 164-169, 2009.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. p. 137-214. In PATERNIANI E. & VIEGAS G.P. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho**. 2.ed. Fundação Cargill, Campinas. 1987. 795 p.

ANEXOS

**Quadros de Análise de Variância, Médias das Famílias e Genitores, Análise
Dialéctica e Capacidade de Combinação**

Tabela 1a Médias das famílias clonais na GS, para produtividade (ProdT), peso específico (Pesp), formato (Form), textura da periderme (Pele), profundidade de olhos (Olho) e aparência geral dos tubérculos (Apg).
Lavras - 2011

Família	Prod. (g/planta)	P. Esp.	Form.	Pele	Olho	Ap. geral
Família 1	31.23	1.0852	4.05	2.69	3.34	3.22
Família 2	38.71	1.0956	3.65	3.03	3.71	3.17
Família 3	36.20	1.0857	3.66	2.63	3.27	3.37
Família 4	33.88	1.0952	3.40	2.77	3.11	3.84
Família 5	40.83	1.0924	3.92	2.75	3.87	2.99
Família 6	43.51	1.0855	4.06	2.47	3.66	3.00
Família 7	38.79	1.0990	3.96	3.15	4.08	3.30
Família 8	34.37	1.0965	4.23	2.78	3.38	3.03
Família 9	31.62	1.0913	3.76	2.76	3.68	3.14
Família 10	31.33	1.1118	3.79	2.91	3.79	3.20
Família 11	33.58	1.1023	3.51	3.12	3.03	3.31
Família 12	29.42	1.0984	3.92	3.31	3.46	2.93
Família 13	33.86	1.0930	3.70	2.99	3.23	3.47
Família 14	33.15	1.1137	3.30	2.94	3.66	3.20
Família 15	34.85	1.0884	3.03	2.16	3.32	3.34
Família 16	20.60	1.1002	4.42	2.77	3.14	3.43
Família 17	24.03	1.0935	4.51	2.92	2.93	3.33
Família 18	26.64	1.0878	3.52	2.81	3.26	3.20
Família 19	29.57	1.0766	4.14	2.51	3.10	3.08
Família 20	27.27	1.0834	3.69	2.67	2.98	3.44
Família 21	28.68	1.0788	3.62	3.23	3.08	3.15
Família 22	41.21	1.0898	3.87	2.43	3.65	2.85
Família 23	31.35	1.0892	3.87	2.38	2.94	3.05
Família 24	32.21	1.0891	4.18	2.32	2.88	3.43

Tabela 2a Análise de variância de tratamentos, famílias (f) e testemunhas (t), Produtividade (Prod), Peso específico (Pesp), Aparência geral (Apg), Textura da periderme (Pele), profundidade de olhos (Olho), Formato (Form), Achatamento (Achat), Apontamento (Apont), Curvatura (Curv), Uniformidade de formato (Uform) e Uniformidade de tamanho (Utam), na PGC, safra das águas. Pouso Alegre - 2011

FV	Gl	Quadrado Médio										
		ProdT	Pesp (x105)	Apg	Pele	Olho	Form	Achat	Apont	Curv	Uform	Utam
Tartamento	25	58201.903**	4.272**	0.3342**	1.0138**	0.3297**	1.2251**	0.2139**	0.3832**	0.0085	0.6645**	0.6332**
Famílias	21	33404.00**	3.546**	0.3125**	0.4120**	0.2582**	0.6826**	0.96	0.3700**	0.0060	0.3361**	0.3120**
Testemunhas	3	169427.00**	5.598**	0.1475	4.3163**	0.9075**	5.1600**	0.9119**	0.5630**	0.0230	2.2697**	2.9044**
Fam vs Test	1	245281.45**	1.552**	1.3516**	3.7445**	0.0969	0.8125	0.6004**	0.1195	0.0176	3.8347**	0.5643
Erro	50	10511.30	1.224	0.0851	0.0721	0.0807	0.0895	0.0600	0.0922	0.0142	0.1334	0.1086
Media		738.88	1.0615	2.36	3.27	3.67	3.13	4.76	4.48	4.94	3.38	3.06
Média(f)		762.80	1.0609	2.31	3.18	3.68	3.18	4.80	4.46	4.95	3.29	3.03
Média(t)		607.37	1.0648	2.67	3.79	3.59	2.90	4.55	4.57	4.90	3.90	3.26
h		0.60	0.45	0.49	0.81	0.51	0.81	0.46	0.51	0.00	0.57	0.62
h(f)		0.42	0.09	0.12	0.19	0.10	0.25	0.43	0.13	0.00	0.07	0.09
h(t)		0.83	0.15	0.04	0.75	0.34	0.74	0.42	0.20	0.03	0.44	0.56
r		0.90	0.85	0.86	0.96	0.87	0.96	0.85	0.87	0.00	0.90	0.91
r(f)		0.82	0.81	0.85	0.91	0.85	0.93	0.63	0.87	0.00	0.78	0.81
r(t)		0.97	0.88	0.67	0.99	0.95	0.99	0.97	0.91	0.63	0.97	0.98
CVG		0.17	0.0030	0.12	0.17	0.08	0.20	0.05	0.07	0.00	0.12	0.14
CVG(f)		0.11	0.0026	0.12	0.11	0.07	0.14	0.11	0.07	0.00	0.08	0.09
CVG(t)		0.38	0.0036	0.05	0.31	0.15	0.45	0.12	0.09	0.01	0.22	0.30
CVE		0.14	0.0033	0.12	0.08	0.08	0.10	0.05	0.07	0.02	0.11	0.11
b		1.23	0.91	0.99	2.09	1.01	2.06	0.92	1.03	0.00	1.15	1.27
b(f)		0.85	0.80	0.94	1.25	0.86	1.49	2.23	1.00	0.00	0.71	0.79
b(t)		2.24	1.09	0.49	4.43	1.85	4.35	2.18	1.30	0.45	2.31	2.93

*, ** significativo a 5 e 1 % pelo teste de F

Tabela 3a Média das famílias clonais na PGC, para formato (Form), apontamento (Apont), achatamento (Achat), curvatura (Curv), uniformidade de formato (Uform), safra das águas. Pouso Alegre - 2011

Família	Form	Apont	Achat	Curv	Utam
Família 01	3.06 a2 ¹	4.74 a2	4.89 a3	4.96 a1	3.74 a3
Família 02	3.75 a3	4.04 a1	4.74 a3	5.00 a1	3.25 a3
Família 03	3.33 a3	4.72 a2	4.79 a3	5.00 a1	2.70 a1
Família 04	2.33 a2	4.64 a2	4.70 a3	5.00 a1	2.34 a1
Família 05	3.60 a3	4.31 a1	4.79 a3	4.96 a1	3.10 a2
Família 06	3.51 a3	4.13 a1	4.93 a3	4.96 a1	3.52 a3
Família 07	2.64 a2	4.48 a2	4.89 a3	5.00 a1	3.44 a3
Família 08	3.39 a3	4.07 a1	5.00 a3	4.86 a1	2.94 a2
Família 09	3.27 a3	4.93 a2	4.87 a3	4.93 a1	2.65 a1
Família 10	3.54 a3	4.29 a1	4.59 a3	4.88 a1	3.22 a3
Família 11	2.87 a2	4.92 a2	4.78 a3	4.92 a1	2.95 a2
Família 12	3.79 a3	4.21 a1	4.79 a3	4.93 a1	3.07 a2
Família 13	2.78 a2	4.82 a2	4.78 a3	4.94 a1	2.96 a2
Família 14	2.68 a2	4.60 a2	4.68 a3	5.00 a1	2.54 a1
Família 15	2.47 a2	4.85 a2	4.29 a2	5.00 a1	3.16 a2
Família 16	3.64 a3	3.74 a1	5.00 a3	5.00 a1	3.07 a2
Família 17	4.07 a4	4.36 a1	5.00 a3	4.87 a1	2.97 a2
Família 19	3.17 a3	4.68 a2	5.00 a3	4.97 a1	3.30 a3
Família 20	3.05 a2	4.70 a2	4.46 a2	4.94 a1	2.94 a2
Família 22	2.48 a2	4.89 a2	4.85 a3	4.94 a1	2.85 a2
Família 23	3.31 a3	4.07 a1	4.90 a3	4.92 a1	3.14 a2
Família 24	3.31 a3	4.07 a1	4.90 a3	4.92 a1	2.81 a2
Caesar	2.80 a2	4.97 a2	4.97 a3	4.83 a1	4.50 a4
CBM16-16	2.80 a2	4.20 a1	4.50 a2	4.97 a1	2.13 a1
CBM22-19	1.40 a1	4.93 a2	3.80 a1	5.00 a1	3.43 a3
Voyager	4.60 a5	4.20 a1	4.97 a3	4.83 a1	3.00 a2

¹ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott (1974), ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 4a Média das famílias clonais na PGC, para uniformidade de tamanho (Utam), textura da periderme (Pele), profundidade de olhos (Olho), aparência geral (Apg), produtividade total (ProdT) e peso específico dos tubérculos (Pesp), safra das águas. Pouso Alegre - 2011

Família	Uform	Pele	Olho	Apg	ProdT	Pesp
Família 01	3.41 a1 ¹	2.71 a1	3.48 a1	2.29 a1	781.14 a3	1.0574 a1
Família 02	3.42 a1	3.19 a3	3.67 a1	2.53 a2	757.06 a3	1.0700 a2
Família 03	3.80 a1	3.46 a3	4.25 a2	2.25 a1	980.50 a4	1.0591 a1
Família 04	3.51 a1	3.53 a3	4.08 a2	2.09 a1	786.78 a3	1.0626 a2
Família 05	3.48 a1	3.54 a3	3.86 a2	2.33 a1	759.94 a3	1.0592 a1
Família 06	3.72 a1	3.59 a3	4.09 a2	2.49 a2	792.33 a3	1.0608 a1
Família 07	3.31 a1	3.66 a3	3.65 a1	1.92 a1	827.79 a3	1.0594 a1
Família 08	3.08 a1	4.04 a4	3.87 a2	2.55 a2	712.06 a3	1.0601 a1
Família 09	2.29 a1	4.77 a5	4.00 a2	2.35 a1	754.06 a3	1.0579 a1
Família 10	3.22 a1	2.71 a1	3.74 a2	1.99 a1	708.17 a3	1.0638 a2
Família 11	3.01 a1	2.94 a2	3.36 a1	1.89 a1	631.73 a2	1.0617 a1
Família 12	3.50 a1	2.95 a2	3.44 a1	2.52 a2	804.72 a3	1.0605 a1
Família 13	3.37 a1	3.00 a2	3.74 a2	2.24 a1	765.55 a3	1.0660 a2
Família 14	3.19 a1	3.01 a2	3.54 a1	1.99 a1	939.00 a4	1.0633 a2
Família 15	3.28 a1	3.02 a2	3.79 a2	2.33 a1	942.58 a4	1.0653 a2
Família 16	3.31 a1	3.08 a2	3.71 a2	2.19 a1	574.75 a2	1.0547 a1
Família 17	3.34 a1	3.13 a3	3.48 a1	3.22 a3	879.53 a4	1.0582 a1
Família 19	3.56 a1	3.19 a3	3.61 a1	2.95 a3	615.34 a2	1.0593 a1
Família 20	3.67 a1	3.20 a3	4.04 a2	1.94 a1	723.33 a3	1.0594 a1
Família 22	2.71 a1	3.31 a3	3.39 a1	2.32 a1	664.72 a2	1.0569 a1
Família 23	3.22 a1	3.31 a3	3.19 a1	2.22 a1	690.26 a3	1.0625 a2
Família 24	3.07 a1	3.35 a3	3.19 a1	2.22 a1	690.26 a3	1.0625 a2
Caesar	4.57 a2	2.51 a1	4.37 a2	2.50 a2	315.73 a1	1.0661 a2
CBM16-16	3.33 a1	2.53 a1	3.20 a1	3.00 a3	859.15 a4	1.0642 a2
CBM22-19	3.00 a1	2.65 a1	3.20 a1	2.60 a2	727.76 a3	1.0697 a2
Voyager	4.73 a2	4.87 a5	3.60 a1	2.60 a2	526.86 a2	1.0594 a1

¹ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott (1974), ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 5a Análise de variância de tratamentos, famílias (f) e testemunhas (t), para Produtividade (ProdT), Peso específico (Pesp), Aparência geral (Apg), Textura da periderme (Pele), profundidade de olhos (Olho), Formato (Form), Achatamento (Achat), Apontamento (Apont), Curvatura (Curv), Uniformidade de formato (Uform) e Uniformidade de tamanho (Utam), na SGC, safra de inverno. Pouso Alegre - 2012

Trat	GI	Quadrados Médios										
		ProdT	Pesp	ApG	Pele	Olho	Form	Achat	Apont	Curv	Uform	Utam
Trat	25	350449.25**	16.08**	1.2275**	4.0139**	1.9114**	5.6527**	2.5773**	1.9065**	0.9776**	1.8442	0.4218
Bloco	19	25608.62	4.12	0.5526	1.0388	0.2605	0.5230	0.7177	0.6815	0.2072	1.6440	0.4019
Test	3	299393.62**	24.88**	3.9448**	15.0950**	5.5506**	8.9312**	5.5975**	2.6489**	1.9657	6.3343	0.5685
Fam	21	359936.81**	14.39**	0.7099**	1.9000**	1.2170**	5.0286**	2.0048**	1.7647**	0.7898**	0.9890	0.3935
Erro	57	3182.16	2.667	0.3894	0.8054	0.5394	0.4475	0.6072	0.3377	0.2054	1.0160	0.6510
Media		652.24	1.0754	2.12	3.5	4.36	3.13	4.43	4.37	4.62	3.63	3.12
Média(f)		658.93	1.0755	2.10	1.0755	4.39	3.14	4.36	4.46	4.61	3.63	3.11
Média(t)		615.79	1.0764	2.25	1.07462	4.22	3.06	4.47	4.28	4.68	3.63	3.16
h		0.85	0.20	0.10	0.17	0.11	0.37	0.14	0.19	0.16	0.04	-
ht		0.82	0.29	0.31	0.47	0.32	0.49	0.29	0.25	0.30	0.21	-
hf		0.85	0.18	0.04	0.06	0.06	0.34	0.10	0.17	0.12	-	-
r		0.95	0.91	0.83	0.89	0.85	0.96	0.87	0.91	0.89	0.67	-
rt		0.95	0.94	0.95	0.97	0.95	0.97	0.94	0.93	0.95	0.92	-
rf		0.96	0.90	0.67	0.76	0.75	0.95	0.83	0.90	0.86	0.99	-
CVG		26.62	62.36	0.02	0.05	0.02	0.08	0.02	0.02	0.01	0.01	-
CVGt		22.71	1.03	0.08	0.20	0.06	0.14	0.06	0.03	0.02	0.07	-
CVGf		27.35	5.45	0.01	0.02	0.01	0.07	0.02	0.02	0.01	-	-
CVE		4.88	2.48	0.18	0.23	0.12	0.14	0.14	0.08	0.04	0.28	-
b		5.46	0.25	0.11	0.20	0.13	0.58	0.16	0.23	0.19	0.04	-
bt		4.65	0.42	0.46	0.89	0.46	0.95	0.41	0.34	0.43	0.26	-
bf		5.61	0.22	0.04	0.07	0.06	0.51	0.12	0.21	0.14	-	-

*, ** significativo a 5 e 1 % pelo teste de F

Tabela 6a Média das famílias clonais na SGC, para formato (Form), apontamento (Apont), achatamento (Achat), curvatura (Curv), uniformidade de formato (Uform), safra de inverno. Pouso Alegre - 2012

Família	Form	Apont	Achat	Curv	Uform
Família 01	2.95 a2 ¹	4.50 a2	4.60 a2	4.45 a1	3.40 a1
Família 02	2.90 a2	4.60 a2	4.40 a2	4.85 a2	3.60 a1
Família 03	2.35 a1	4.90 a2	4.70 a2	4.80 a2	3.45 a1
Família 04	2.40 a1	4.75 a2	3.85 a1	4.80 a2	3.25 a1
Família 05	3.65 a3	4.05 a1	4.35 a2	4.80 a2	3.40 a1
Família 06	3.65 a3	4.00 a1	4.75 a2	4.60 a1	3.80 a1
Família 07	3.00 a2	4.39 a2	4.67 a2	4.67 a2	3.17 a1
Família 08	3.44 a3	4.44 a2	4.72 a2	4.44 a1	3.67 a1
Família 09	3.05 a2	4.55 a2	4.60 a2	4.60 a1	3.90 a1
Família 10	3.30 a3	4.40 a2	4.75 a2	4.35 a1	3.80 a1
Família 11	2.25 a1	4.75 a2	4.35 a2	4.80 a2	3.65 a1
Família 12	3.75 a3	4.30 a1	4.75 a2	4.80 a2	3.85 a1
Família 13	2.95 a2	4.45 a2	4.20 a1	4.85 a2	3.70 a1
Família 14	3.30 a3	3.80 a1	4.40 a2	4.50 a1	3.50 a1
Família 15	2.45 a1	4.60 a2	3.90 a1	4.95 a2	3.45 a1
Família 16	3.95 a3	3.90 a1	4.80 a2	4.35 a1	3.70 a1
Família 17	4.00 a3	4.10 a1	4.65 a2	4.25 a1	4.10 a1
Família 19	3.40 a3	4.00 a1	4.80 a2	4.55 a1	3.85 a1
Família 20	2.80 a2	4.65 a2	4.80 a2	4.75 a2	3.85 a1
Família 22	3.40 a3	4.30 a1	3.95 a1	4.50 a1	3.45 a1
Família 23	3.25 a3	4.20 a1	4.00 a1	4.55 a1	3.85 a1
Família 24	3.05 a2	4.35 a1	4.35 a2	4.40 a1	3.60 a1
CAESAR	3.70 a3	4.25 a1	4.10 a1	4.55 a1	4.05 a1
CBM16-16	2.45 a1	4.65 a2	4.75 a2	4.95 a2	3.70 a1
CBM22-19	2.35 a1	4.95 a2	3.55 a1	5.00 a2	2.70 a1
VOYAGER	3.75 a3	4.05 a1	4.75 a2	4.25 a1	4.10 a1

¹ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott (1974), ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 7a Médias das famílias clonais na SGC, para uniformidade de tamanho (Utam), textura da periderme (Pele), profundidade de olhos (Olho), aparência geral (Apg), produtividade total (ProdT) e peso específico dos tubérculos (Pesp), na safra de inverno. Pouso Alegre - 2012

Família	Utam	Pele	Olho	ApG	ProdT	Pesp
Família 01	3.20 a1 ¹	3.15 a1	4.30 a2	2.20 a1	534.83 a1	1.0759 a2
Família 02	2.90 a1	3.40 a1	4.65 a3	2.10 a1	801.42 a2	1.0793 a2
Família 03	3.10 a1	3.15 a1	4.75 a3	2.20 a1	1018.13 a3	1.0784 a2
Família 04	3.25 a1	3.60 a2	4.60 a3	1.90 a1	611.79 a1	1.0759 a2
Família 05	3.15 a1	4.05 a2	4.25 a2	2.10 a1	948.79 a3	1.0733 a1
Família 06	2.85 a1	3.70 a2	4.60 a3	2.25 a1	570.63 a1	1.0794 a2
Família 07	3.00 a1	3.72 a2	4.11 a2	2.00 a1	508.29 a1	1.0738 a1
Família 08	3.39 a1	3.39 a1	4.44 a3	2.17 a1	639.31 a1	1.0745 a1
Família 09	3.20 a1	3.55 a2	4.20 a2	2.65 a2	731.25 a2	1.0772 a2
Família 10	3.10 a1	3.55 a2	4.15 a2	2.30 a1	638.33 a1	1.0792 a2
Família 11	3.20 a1	3.95 a2	4.00 a2	1.95 a1	636.75 a1	1.0760 a2
Família 12	3.00 a1	3.50 a2	4.40 a3	2.00 a1	612.29 a1	1.0754 a2
Família 13	3.05 a1	3.40 a1	4.65 a3	1.85 a1	591.46 a1	1.0755 a2
Família 14	3.05 a1	3.95 a2	3.90 a2	1.80 a1	787.17 a2	1.0753 a2
Família 15	3.00 a1	2.95 a1	4.60 a3	2.15 a1	701.67 a2	1.0742 a1
Família 16	3.20 a1	3.70 a2	4.80 a3	2.05 a1	707.21 a2	1.0797 a2
Família 17	3.40 a1	3.50 a2	4.45 a3	2.20 a1	619.00 a1	1.0731 a1
Família 19	3.10 a1	3.65 a2	4.20 a2	2.25 a1	586.54 a1	1.0717 a1
Família 20	2.90 a1	3.25 a1	4.25 a2	2.15 a1	441.29 a1	1.0735 a1
Família 22	3.15 a1	2.95 a1	4.65 a3	1.80 a1	581.92 a1	1.0711 a1
Família 23	3.20 a1	3.35 a1	4.40 a3	2.10 a1	606.44 a1	1.0716 a1
Família 24	3.15 a1	3.85 a2	4.30 a2	2.05 a1	604.88 a1	1.0784 a2
CAESAR	3.30 a1	4.20 a2	4.50 a3	2.65 a2	428.13 a1	1.0716 a1
CBM16-16	3.15 a1	2.95 a1	3.45 a1	2.15 a1	713.08 a2	1.0791 a2
CBM22-19	2.90 a1	2.35 a1	4.15 a2	1.60 a1	611.29 a1	1.0767 a2
VOYAGER	3.30 a1	4.45 a2	4.80 a3	2.60 a2	710.67 a2	1.0710 a1

¹ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott (1974), ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 8a Médias dos genitores para formato (Form), apontamento (Apont), achatamento (Achat), curvatura (Curv), uniformidade de tamanho (Utam), uniformidade de formato (Uform), textura da periderme (Pele), profundidade de olhos (Olho) e aparência geral (Apg), na safra de inverno (Jun-Out). Pouso Alegre - 2012

	Clone	Form	Apont	Achat	Curv	Utam	Uform	Pele	Olho	Apg
Clones Tolerantes	CBM 04-48	3.67 a1 ¹	4.33 a1	2.67 a1	5.00 a2	4.00 a1	4.33 a1	4.00 a1	4.33 a2	3.17 a1
	CBM 07-78	3.00 a1	5.00 a1	2.67 a1	5.00 a2	2.67 a1	3.33 a1	2.33 a1	5.00 a2	3.17 a1
	CBM 16-16	2.33 a1	5.00 a1	4.00 a2	5.00 a2	3.00 a1	4.00 a1	3.33 a1	2.00 a1	3.33 a1
	CBM 22-19	2.33 a1	4.33 a1	3.00 a1	5.00 a2	3.00 a1	3.67 a1	3.67 a1	4.67 a2	2.33 a1
	SR1 07-16	2.67 a1	5.00 a1	4.33 a2	5.00 a2	2.67 a1	4.33 a1	3.33 a1	4.33 a2	3.00 a1
	SR2 21-02	3.00 a1	4.67 a1	4.33 a2	5.00 a2	2.33 a1	4.67 a1	3.33 a1	5.00 a2	2.83 a1
	SR2 35-05	4.67 a2	4.00 a1	5.00 a2	5.00 a2	2.33 a1	3.67 a1	5.00 a2	4.67 a2	3.17 a1
	SR2 50-02	4.00 a2	4.67 a1	4.67 a2	5.00 a2	3.33 a1	3.33 a1	3.67 a1	4.67 a2	2.83 a1
Cultivares	Caesar	5.00 a2	4.00 a1	4.33 a2	4.00 a1	2.00 a1	3.33 a1	5.00 a2	5.00 a2	2.67 a1
	Cupido	4.67 a2	5.00 a1	5.00 a2	5.00 a2	3.00 a1	5.00 a1	5.00 a2	5.00 a2	3.33 a1
	Markies	5.00 a2	4.00 a1	5.00 a2	5.00 a2	3.00 a1	4.67 a1	4.33 a2	4.67 a2	3.17 a1
	Monalisa	5.00 a2	2.67 a1	5.00 a2	4.33 a1	4.00 a1	5.00 a1	5.00 a2	4.33 a2	3.00 a1
	Vivaldi	5.00 a2	4.33 a1	5.00 a2	5.00 a2	4.67 a1	5.00 a1	5.00 a2	5.00 a2	2.17 a1
	Voyager	5.00 a2	4.33 a1	5.00 a2	4.33 a1	3.33 a1	4.00 a1	5.00 a2	5.00 a2	2.17 a1

¹ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott (1974), ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 9a Médias dos genitores para produtividade total (ProdT), produtividade de tubérculos graúdos (ProdG), percentagem de tubérculos graúdos (P.Grad), peso médio de tubérculos (P.M.Tub) e peso específico dos tubérculos (Pesp), na safra de inverno (Jun-Out). Pouso Alegre - 2012

	Clone	ProdT	ProdG	P.Grad	P.M.Tub.	Pesp
Clones Tolerantes	CBM 04-48	586.53 a2 ¹	397.88 a1	0.69 a1	150.65 a6	1.0717 a2
	CBM 07-78	1251.34 a4	1004.81 a3	0.81 a1	152.69 a7	1.0773 a2
	CBM 16-16	943.96 a3	693.80 a2	0.75 a1	147.97 a6	1.0701 a2
	CBM 22-19	597.38 a2	400.31 a1	0.70 a1	110.44 a3	1.0667 a1
	SR1 07-16	814.20 a3	653.20 a2	0.82 a1	145.98 a5	1.0723 a2
	SR2 21-02	1128.65 a4	891.23 a3	0.80 a1	132.53 a4	1.0725 a2
	SR2 35-05	1375.35 a4	1017.55 a3	0.77 a1	145.29 a5	1.0695 a2
	SR2 50-02	925.69 a3	543.47 a1	0.59 a1	106.63 a2	1.0712 a2
Cultivares	Caesar	408.10 a1	298.31 a1	0.74 a1	155.30 a7	1.0620 a1
	Cupido	806.30 a3	637.07 a2	0.80 a1	156.05 a7	1.0668 a1
	Markies	982.32 a3	609.51 a2	0.65 a1	149.94 a6	1.0729 a2
	Monalisa	243.71 a1	175.30 a1	0.75 a1	154.50 a7	1.0621 a1
	Vivaldi	571.71 a2	311.54 a1	0.56 a1	98.71 a1	1.0594 a1
	Voyager	534.07 a2	338.17 a1	0.65 a1	110.44 a3	1.0630 a1

¹ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott (1974), ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 4 Médias dos genitores para formato (Form), apontamento (Apont), achatamento (Achat), curvatura (Curv), uniformidade de tamanho (Utam), uniformidade de formato (Uform), textura da periderme (Pele), profundidade de olhos (Olho) e aparência geral (Apg), na safra das águas (Jan-Mai) . Pouso Alegre - 2013

	Clone	Form	Apont	Achat	Curv	Utam	Uform	Pele	Olho	Apg
Clones Tolerantes	CBM04-48	3.00 a2 ¹	4.00 a3	3.00 a2	5.00 a3	3.00 a1	3.33 a2	3.67 a4	3.33 a1	2.83 a3
	CBM07-78	3.00 a2	4.33 a3	5.00 a6	5.00 a3	4.33 a2	3.67 a2	3.00 a3	4.00 a2	2.50 a3
	CBM16-16	4.00 a5	4.00 a3	5.00 a6	5.00 a3	3.00 a1	3.67 a2	3.00 a3	3.33 a1	2.83 a3
	CBM22-19	3.00 a2	3.67 a2	2.67 a2	5.00 a3	5.00 a2	4.00 a2	2.33 a2	4.67 a3	2.17 a2
	SR107-16	3.33 a3	4.67 a4	5.00 a6	5.00 a3	3.00 a1	2.67 a1	3.67 a4	4.00 a2	2.83 a3
	SR221-02	4.00 a5	4.00 a3	5.00 a6	5.00 a3	3.67 a1	3.67 a2	3.00 a3	4.33 a3	2.33 a2
	SR235-05	4.33 a5	3.00 a1	4.67 a5	5.00 a3	5.00 a2	2.67 a1	4.00 a5	3.33 a1	2.50 a3
	SR250-02	3.00 a2	5.00 a4	5.00 a6	5.00 a3	3.67 a1	3.67 a2	4.00 a5	4.33 a3	2.33 a2
Cultivares	Caesar	3.67 a4	3.67 a2	4.33 a5	5.00 a3	3.33 a1	1.33 a1	4.00 a5	4.67 a3	1.83 a1
	Cupido	4.67 a6	3.00 a1	5.00 a6	5.00 a3	2.33 a1	2.00 a1	4.33 a5	4.67 a3	2.33 a2
	Markies	4.67 a6	4.00 a3	5.00 a6	5.00 a3	4.00 a2	3.00 a1	3.33 a4	4.67 a3	2.33 a2
	Monalisa	4.00 a5	4.33 a3	5.00 a6	4.67 a3	5.00 a2	3.00 a1	4.33 a5	5.00 a3	2.83 a3
	Vivaldi	4.00 a5	4.67 a4	5.00 a6	5.00 a3	5.00 a2	5.00 a2	5.00 a6	4.33 a3	2.83 a3
	Voyager	3.33 a3	4.00 a3	4.33 a5	5.00 a3	5.00 a2	3.67 a2	4.33 a5	4.67 a3	2.17 a2

¹ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott (1974), ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 5 Médias dos genitores para produtividade total (ProdT), produtividade de tubérculos graúdos (ProdG), percentagem de tubérculos graúdos (P.Grad), peso médio de tubérculos (P.M.Tub) e peso específico dos tubérculos (Pesp), na safra das águas (Jan-Mai) . Pouso Alegre - 2013

	Clone	ProdT	ProdG	P.Grad	P.M.Tub.	Pesp
Clones Tolerantes	CBM04-48	341.67 a1 ¹	219.45 a1	66.42 a2	144.60 a2	1.0641 a3
	CBM07-78	838.89 a3	683.33 a4	81.34 a2	147.48 a2	1.0588 a2
	CBM16-16	575.00 a2	373.61 a2	64.95 a2	142.92 a2	1.0662 a3
	CBM22-19	363.89 a1	158.33 a1	43.73 a1	106.67 a1	1.0597 a2
	SR107-16	545.83 a2	433.33 a3	77.91 a2	141.73 a2	1.0659 a3
	SR221-02	687.50 a2	541.67 a3	78.85 a2	128.67 a1	1.0673 a3
	SR235-05	970.83 a3	634.72 a3	63.80 a2	140.33 a2	1.0643 a3
	SR250-02	516.67 a1	316.67 a2	61.64 a2	104.17 a1	1.0683 a4
Cultivares	Caesar	227.78 a1	130.56 a1	57.92 a2	150.00 a2	1.0534 a1
	Cupido	431.94 a1	295.83 a2	66.03 a2	149.79 a2	1.0616 a2
	Markies	572.22 a2	305.56 a2	56.14 a2	146.47 a2	1.0603 a2
	Monalisa	155.56 a1	88.89 a1	65.71 a2	150.00 a2	1.0576 a2
	Vivaldi	294.44 a1	83.33 a1	32.62 a1	95.83 a1	1.0541 a1
	Voyager	311.11 a1	144.44 a1	43.16 a1	106.67 a1	1.0521 a1

¹ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott (1974), ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 12a Quadrados médios e significância, para formato (Form), Apontamento (Apont), Achatamento (Achat), Uniformidade de tamanho (Utam), Uniformidade de formato (Uform), Textura da periderme (Pele), profundidade de olhos (Olho), Aparência geral (Apg), Produtividade (ProdT) e Peso específico (Pesp), na PGC. Pouso Alegre - 2011

	GL	Form	Apont	Achat	Utam	Uform
CGC(clones)	5	0.9807**	0.4215**	0.1088	0.1962	0.2046
CGC(cultiv.)	4	0.1316	0.193	0.0863	0.3334*	0.116488
CEC	9	0.8337**	0.2879**	0.1106	0.3417**	0.26532
ERRO	38	0.0939	0.0898	0.0571	0.1032	0.1131
		Pele	Olho	Ap. Geral	ProdT	Pesp (x10 ⁵)
CGC(clones)	5	0.3001**	0.157	0.1148	43567.85*	3.79*
CGC(cultiv.)	4	0.4947**	0.2608*	0.2766**	29561.35	5.68**
CEC	9	0.3527**	0.143	0.4426**	42559.52**	3.60**
ERRO	38	0.0629	0.0933	0.0772	12993.21	1.18

*, ** significativo a 5 e 1 % pelo teste de F

Tabela 13a Quadrados médios e significância, para formato (Form), Apontamento (Apont), Achatamento (Achat), Uniformidade de tamanho (Utam), Uniformidade de formato (Uform), Textura da periderme (Pele), profundidade de olhos (Olho), Aparência geral (Apg), Produtividade (ProdT) e Peso específico (Pesp), na SGC. Pouso Alegre - 2012

	GL	Form	Apont	Achat	Utam	Uform
CGC(clones)	5	4.4029**	2.2585*	2.5116**	0.3617	0.8003
CGC(cultiv.)	4	2.0369	1.012	2.4130**	0.2108	1.7599
CEC	9	6.2921**	1.4311	1.3896*	0.4546	1.1333
ERRO	357	1.0291	0.7576	0.6892	0.4135	1.3502
		Pele	Olho	Ap. Geral	ProdT	Pesp. (x10 ⁵)
CGC(clones)	5	4.7781**	2.3245**	0.3199	205379.81*	12.11*
CGC(cultiv.)	4	2.3414	2.3461**	0.4175	773699.29**	19.59**
CEC	9	1.167	0.4939	0.4216	422588.22**	10.00
ERRO	357	1.5219	0.581	0.5302	86406.13	

*, ** significativo a 5 e 1 % pelo teste de F

Tabela 14a Capacidades específicas de combinação via análise dialélica na geração PGC, para formato (Form), Apontamento (Apont), Achatamento (Achat), Uniformidade de tamanho (Utam), Uniformidade de formato (Uform), Textura da periderme (Pele), profundidade de olhos (Olho), Aparência geral (Apg), Produtividade (ProdT) e Peso específico (Pesp). Pouso Alegre- 2011

Família	Form	Apont	Achat	Utam	Uform	Pele	Olho	Apa. Geral	ProdT	Pesp.
Família1	0.0008	0.2508**	0.0042	0.1663**	-0.2355	0.0694	-0.0905	-0.1329	37.1009	-0.0040**
Família2	0.4870**	-0.3575**	-0.0075	0.0565	-0.0832	0.0244	-0.2350**	0.2852**	-63.6905	0.0049**
Família3	-0.0236	0.0675	-0.0325	-0.1066	0.1945	-0.0975	0.1544**	-0.2643**	144.2227**	-0.0019
Família4	-0.4874**	0.1761	0.0572	-0.4802**	-0.0121	0.0270	0.1287	-0.1515	-56.0501	-0.0004
Família5	0.1385	-0.0517	-0.1017	0.2207	-0.0310	-0.1151	0.0304	-0.0366	-30.9696	-0.0013
Família7	-0.0260	0.0272	-0.0028	0.4097**	0.1450	-0.2403**	0.0060	-0.2113**	-42.4458	-0.0017
Família6	-0.0885	0.1383	0.0872	-0.1002	-0.2132	0.4015**	-0.0846	0.3785**	48.9333	0.0004
Família10	0.0701	0.1132	-0.2280	0.2238	0.0643	-0.6407**	0.0763	-0.0791	72.7791	0.0029**
Família11	-0.5862**	0.3065**	-0.0202	0.1148	-0.3601**	0.2960**	-0.1754	-0.3675**	-131.4437**	0.0000
Família12	0.9779**	-0.4991**	0.2420**	0.2938**	0.1221	0.1982	-0.2204**	0.3876**	-10.3709	-0.0036**
Família13	-0.4777**	0.1740	0.1273	-0.1862	0.0077	0.1389	0.1293	0.0977	-27.4613	-0.0003
Família14	0.0159	-0.0946	-0.1213	-0.4463**	0.1659	0.0076	0.1902	-0.0388	96.4968**	0.0010
Família15	-0.4905**	0.3230**	-0.2993**	0.1864	-0.1100	-0.2252**	0.0917	-0.2361**	66.4209	0.0040**
Família16	0.0184	-0.2515**	0.1407**	-0.1236	0.1489	0.2392**	0.0083	-0.2994**	-121.7124**	-0.0033**
Família17	0.4721**	-0.0715	0.1585**	-0.0627	-0.0389	-0.0140	-0.1000	0.5355**	55.2915	-0.0007
Família19	-0.0244	-0.1833	-0.0367	-0.2728**	0.4300**	-0.1668	0.2449**	-0.1314	107.1218**	0.0020
Família20	0.0236	-0.0675	0.0325	0.1066	-0.1945	0.0975	-0.1544	0.2643**	-144.2227**	0.0019
Família22	-0.0101	-0.0674	-0.1240	-0.0366	0.3109**	-0.2327**	0.1962	-0.2501**	54.0510	-0.0007
Família23	0.0101	0.0674	0.1240	0.0366	-0.3109**	0.2327**	-0.1962	0.2501**	-54.0510	0.0007

*, ** significativo a 5 e 1 % pelo teste de F

Tabela 15a Capacidades específicas de combinação via análise dialélica na geração SGC, para formato (Form), Apontamento (Apont), Achatamento (Achat), Uniformidade de tamanho (Utam), Uniformidade de formato (Uform), Textura da periderme (Pele), profundidade de olhos (Olho), Aparência geral (Apg), Produtividade (ProdT) e Peso específico (Pesp). Pouso Alegre - 2012

Família	Formato	Apont	Achat	Olho	Ap. Geral	Pele	Utam	Uform	ProdT	Pesp.
Família1	-0.1410**	0.1379	0.0142	-0.0782	0.0751	-0.0718	0.1727	-0.1439	71.6**	0.0010**
Família2	0.0065	0.0143	0.1015	-0.0097	0.1072	0.0406	-0.1806**	0.2840**	44.7	0.0022**
Família3	-0.0513	-0.0618	0.0686	0.1092	0.0660	-0.2188**	0.0983	-0.0361	145.9**	0.0006
Família4	-0.2828**	0.0602	-0.2903	0.085	-0.1467	0.1665	0.1475	-0.0616	-81.0	0.0012**
Família5	0.3373**	-0.2232**	-0.0584	-0.0941	0.0230	0.3154**	-0.1277	-0.2142**	141.1**	0.0001
Família7	-0.0419	0.1754	0.2076**	-0.0638	-0.0183	-0.0882	-0.0756	-0.1237	-207.1**	-0.0013**
Família6	0.0312	0.0585	-0.0091	-0.0366	-0.0368	-0.2493**	0.1449	0.1547	-71.4**	-0.0033**
Família10	-0.1844**	0.1337	-0.0538	-0.1161	0.1942**	-0.1229	-0.0779	-0.0232	9.4	0.0010**
Família11	-0.9339**	0.4464**	-0.1809**	-0.0792	-0.0793	-0.0193	0.0384	-0.1754	-87.1**	0.0013**
Família12	0.9460**	-0.2701**	0.5372**	0.0500	0.0510	0.0317	-0.0364	0.2272	7.5	-0.0003
Família13	-0.0147	-0.0161	-0.1710	0.2053**	-0.0451	0.0058	0.0354	0.0728	-83.4**	-0.0019**
Família14	0.1869**	-0.2939**	-0.1316	-0.0600	-0.1207	0.1048	0.0405	-0.1015	153.5**	-0.0001
Família15	-0.6632**	0.2099**	-0.2469**	-0.1349	0.0957	-0.1981**	-0.1111	-0.1657	73.4**	-0.0009
Família16	0.1563	-0.1863	0.062	0.1490	-0.1611**	0.3473	-0.0526	-0.1161	54.8	0.0020**
Família17	0.5069**	-0.0236	0.1849**	-0.0141	0.0654	-0.1491	0.1637	0.2817**	-128.3**	-0.0010**
Família19	0.0898	-0.1996**	0.0544	0.1874**	-0.0091	-0.1470	-0.0744	0.1079	74.3**	-0.0004
Família20	0.0513	0.0618	-0.0686	-0.1092	-0.066	0.2188**	-0.0983	0.0361	-145.9**	-0.0006
Família22	0.1492**	-0.1361	0.0553	-0.1174	-0.1372	0.0255	-0.0275	-0.2128**	-32.9	-0.0013**
Família23	-0.1492**	0.1361	-0.0553	0.1174	0.1372	-0.0255	0.0275	0.2128**	32.9	0.0013**

*, ** significativo a 5 e 1 % pelo teste de F

Tabela 16a Efeito de famílias via BLUP na geração PGC, para formato (Form), Apontamento (Apont), Achatamento (Achat), Uniformidade de tamanho (Utam), Uniformidade de formato (Uform), Textura da periderme (Pele), profundidade de olhos (Olho), Aparência geral (Apg), Produtividade (ProdT) e Peso específico (Pesp).
Pouso Alegre - 2011

Famílias	Formato	Apont	Achat	Utam	Uform	Pele	Olho	APG	Prod	Pesp
Família1	-0.0814	0.1511	0.0493	0.4674	-0.025	0.3192	-0.0716	-0.0225	6.2181	-0.0024
Família2	0.5197	-0.3058	-0.0269	0.1449	-0.0014	0.0359	-0.0505	0.1709	-10.616	0.0059
Família3	0.1558	0.1617	-0.0039	-0.2157	0.1762	-0.5156	0.1451	-0.048	141.7045	-0.0012
Família4	-0.7151	0.1157	-0.0422	-0.4497	0.0462	0.0472	0.0927	-0.1717	9.273	0.0009
Família5	0.3849	-0.0983	-0.0066	0.0455	0.0277	-0.0486	0.0345	0.0085	-8.7442	-0.0011
Família7	-0.4364	-0.0077	0.0493	0.2717	-0.0143	-0.1671	-0.0305	-0.2975	37.4029	-0.001
Família6	0.2049	-0.2083	0.1052	-0.0559	-0.1355	0.3646	0.0172	0.1836	-40.9578	-0.0004
Família10	0.3394	-0.0975	-0.1037	0.1284	-0.0428	-0.3544	0.0256	-0.2478	-43.331	0.0019
Família11	-0.2507	0.2806	-0.0054	-0.0533	-0.1719	0.4155	-0.0882	-0.3253	-95.9559	0.0005
Família12	0.5585	-0.2281	0.0137	0.0307	0.0699	0.3159	-0.0813	0.165	21.7993	-0.0007
Família13	-0.3252	0.1943	0.0026	-0.0438	0.0014	0.2585	0.0305	-0.0524	-4.5386	0.0029
Família14	-0.4036	0.0354	-0.0554	-0.3207	-0.0452	0.164	-0.0138	-0.2434	113.5739	0.0015
Família15	-0.5952	0.2576	-0.2559	0.0891	-0.0488	-0.3512	0.0303	0.007	115.7474	0.0031
Família16	0.4208	-0.4418	0.1086	0.0288	-0.0088	0.0395	0.0013	-0.095	-134.512	-0.0039
Família17	0.7984	-0.073	0.1062	-0.041	-0.0239	-0.1594	-0.0612	0.6933	73.0197	-0.0014
Família19	0.0657	-0.159	0.0978	-0.0292	0.2997	0.156	0.0385	0.0643	33.5441	-0.0009
Família20	0.0197	0.0987	0.1005	0.1748	0.0386	-0.1102	-0.038	0.4881	-107.084	-0.0006
Família22	-0.0846	0.1006	-0.1691	-0.0572	0.1403	-0.4007	0.1127	-0.2883	-33.1466	-0.001
Família23	-0.5756	0.2239	0.0359	-0.1147	-0.2823	-0.0094	-0.0937	0.0114	-73.3964	-0.0023

Tabela 6 Efeito de famílias via BLUP na geração SGC, para formato (Form), Apontamento (Apont), Achatamento (Achat), Uniformidade de tamanho (Utam), Uniformidade de formato (Uform), Textura da periderme (Pele), profundidade de olhos (Olho), Aparência geral (Apg), Produtividade (ProdT) e Peso específico (Pesp). Pouso Alegre - 2012

Família	Form	Apont	Achat	Utam	Uform	Pele	Olho	Apg	ProdT	Pesp
Família1	-0.1431	0.0561	0.0513	0.0037	-0.006	-0.0032	-0.0046	0.0038	-99.33	0.0005
Família2	-0.1807	0.0788	0.0272	-0.0104	0.0003	0.0005	0.0017	0.0011	111.2	0.0012
Família3	-0.6144	0.2097	0.06	0	-0.0032	-0.0095	0.0074	0.0039	305.14	0.0005
Família4	-0.5434	0.1487	-0.2183	0.006	-0.0093	0.0048	0.0042	-0.0047	-47.28	0.0004
Família5	0.3352	-0.157	-0.0438	0.0001	-0.0066	0.0109	-0.0042	0.0008	217.07	-0.0003
Família7	-0.1086	0.0092	0.1114	-0.005	-0.01	0.0033	-0.0054	-0.0019	-128.24	-0.0004
Família6	0.2608	0.0241	0.058	0.0114	0.0013	-0.0039	-0.0014	0.0019	-22.02	-0.0008
Família10	0.1339	0.0331	0.0492	-0.0011	0.0045	-0.0017	-0.0057	0.0069	-18.23	0.0008
Família11	-0.7134	0.2195	-0.0859	0.0036	0.0003	0.0049	-0.0053	-0.0033	-20.13	0.0004
Família12	0.505	-0.0519	0.2136	-0.0057	0.0062	0.0004	0.002	-0.0016	-39.04	0
Família13	-0.1436	0.0329	-0.0949	-0.0033	0.0022	-0.001	0.0093	-0.0059	-55.44	-0.0003
Família14	0.138	-0.2634	-0.03	-0.0033	-0.0034	0.0074	-0.0071	-0.0073	102.24	0.0001
Família15	-0.5507	0.1185	-0.1869	-0.0058	-0.0047	-0.0099	-0.0018	0.0024	32.68	-0.0003
Família16	0.656	-0.2105	0.0964	0.0034	0.0018	0.0081	0.0082	-0.0007	36.95	0.0012
Família17	0.6987	-0.1017	0.0857	0.0128	0.0126	-0.0024	0.0007	0.0037	-34.84	-0.0005
Família19	0.2175	-0.1713	0.0852	-0.0011	0.0059	0.0013	0.0024	0.005	-58.85	-0.0006
Família20	-0.2616	0.1148	0.0495	-0.0103	0.0061	-0.001	-0.0043	0.0021	-176.09	-0.0005
Família22	0.2188	-0.0391	-0.1091	0.0013	-0.0045	-0.0066	0.0003	-0.0074	-62.69	-0.001
Família23	0.0958	-0.0508	-0.1188	0.0036	0.0064	-0.0024	0.0036	0.0013	-43.13	-0.0004