

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



Dissertação

**Estimativas de parâmetros genéticos relacionados à textura
de película de tubérculos e coloração de fritura de batata**

Laerte Reis Terres

**Pelotas, 2010
Laerte Reis Terres**

Engenheiro Agrônomo (UFPeI)

Estimativas de parâmetros genéticos relacionados à textura de película de tubérculos e coloração de fritura de batata

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área de conhecimento: Fitomelhoramento).

Orientador: Arione da Silva Pereira, PhD. – EMBRAPA
Co-orientador: Antônio Costa de Oliveira, PhD. – FAEM/UFPeI

Pelotas, 2010

Dados de catalogação na fonte:

(Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

T325e Terres, Laerte Reis

Estimativas de parâmetros genéticos relacionados à
textura de película de tubérculos e coloração de fritura
de batata / Laerte Reis Terres. Pelotas, 2010.

48f. : il.

Dissertação (Mestrado) –Programa de Pós-
Graduação em Agronomia. Faculdade de Agronomia
Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. -
Pelotas, 2010, Arione da Silva Pereira, Orientador; co-
orientador Antônio Costa de Oliveira.

1.Solanum tuberosum 2.Populações
3.Herdabilidade 4. Variabilidade genética I Pereira,
Arione da Silva (orientador) II .Título.

CDD 633.491

Banca examinadora:

Antônio Costa de Oliveira, Ph.D, Professor da FAEM/UFPeL.

Caroline Marques Castro, Dra, Embrapa Clima Temperado.

José Antonio Gonzalez da Silva, Dr, UNIJUI.

Dedico

A meus pais, **Arlei Laerte Silva Terres e Leda Maria Reis Terres**,
pela dedicação em minha educação, proteção e formação.

A minha noiva **Vanessa**, pelo imenso apoio e incentivo.

Amo vocês.

Agradecimentos

À Universidade Federal de Pelotas e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade de realização do curso.

A EMBRAPA Clima Temperado que permitiu o desenvolvimento do presente trabalho.

Ao Dr. Arione da Silva Pereira agradeço por ter acreditado em mim, pela dedicação e orientação.

Aos Professores Antônio Costa de Oliveira, Rosa Lia Barbieri, Caroline Marques Castro e demais professores da pós-graduação pelos conhecimentos transmitidos.

Aos colegas e ex-colegas da pós em Fitomelhoramento Guilherme, Gustavo, Taciane, Tatiane e demais pela amizade e conhecimentos transmitidos e compartilhados.

Aos estagiários Vicenti, Rafaela, Scheila, Liamara, Leticia, Cristiano e demais pela amizade e a valiosa contribuição nos trabalhos.

A equipe do Melhoramento Genético de Batata, em nome do funcionário Claiton Kuhn, pelo auxílio durante a realização deste trabalho.

A todos aqueles que, de algum modo contribuíram para que eu pudesse concretizar mais esta conquista.

Resumo

TERRES, Laerte. **Estimativas de parâmetros genéticos relacionados à textura de película de tubérculos e coloração de fritura de batata**. 2010. 52f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Em programas de melhoramento genético de batata, além dos caracteres de produção, a aparência dos tubérculos e a qualidade de processamento têm sido alvo de estudos para atender as exigências dos consumidores ('in natura'), das indústrias e dos agricultores. Para que um novo genótipo atenda essas exigências, muitos caracteres devem ser considerados na seleção. Para isso, o estabelecimento de critérios de seleção é indispensável a programas de melhoramento, fornecendo eficiente ganho genético para os caracteres de interesse. Desta forma, os objetivos deste estudo foram o de estimar a variabilidade genética, herdabilidade e a resposta de seleção esperada em relação à textura de película de tubérculos e coloração de fritura em populações híbridas de batata e estimar a magnitude de correlações com os caracteres de produção. Além disto, verificar a frequência de clones com tubérculos de película lisa e de coloração clara de fritura nestas populações. A pesquisa foi composta de dois estudos, o primeiro, foi desenvolvido utilizando quatro populações híbridas derivadas de genitores contrastantes quanto teor de açúcares redutores, cultivado nas safras de outono de 2007 e 2008. No segundo estudo, foram analisadas três populações derivadas de cruzamentos entre genitores contrastantes quanto à coloração de fritura e textura de película, sendo este experimento conduzido na primavera de 2008. Em ambos os estudos foram efetuadas avaliações de coloração de fritura e caracteres componentes de produção, e no segundo estudo foi analisada textura de película de tubérculos. No primeiro estudo, os resultados permitiram inferir que para a geração de populações superiores quanto à coloração de fritura, é necessário a inclusão de pelo menos um genitor de baixo teor de açúcares redutores. E que a maior estimativa de valor genético observado foi na população originária do cruzamento entre genitores com níveis extremos de açúcares redutores. Os resultados do segundo estudo mostram que, as estimativas de herdabilidade foram moderadas quanto à textura de película e baixas em relação à coloração de fritura. Textura de película e coloração de fritura mostraram-se independentes, podendo ser selecionados simultaneamente. As fracas associações entre estes caracteres e os componentes de produção sugerem que há reduzida associação genética entre esses caracteres.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum* L.. Populações. Herdabilidade. Variabilidade genética.

Abstract

TERRES, Laerte. **Genetic parameters of tuber skin texture and fry color of potato**. 2010. 52f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

In potato breeding programs, tuber appearance and processing quality have been investigated to support the demands of consumers, industries and farmers. For a new potato genotype, many characters must be considered in the selection. Therefore, it is essential that the breeding is dynamic and efficient. The establishment of selection criteria is essential in breeding programs, providing efficient genetic gain for interest traits. The objectives of this study was to estimate genetic variability, heritability and expected selection responses for skin texture and fry color of potato in hybrid populations and their correlation with yield traits, determine the frequency of clones with smooth skin and light fry color in hybrid populations of potato. The research comprised two studies, the first was developed using four hybrid populations derived from contrasting parents for reducing sugar content, in autumn of 2007 and 2008. In the second study, was analyzed three populations derived from crosses between parents contrasting in fry color and skin texture, the experiment was conducted in spring 2008. The first study results, showed that to generate populations with light fry color is necessary to include at least one parent with low sugar. The highest estimated genetic value was observed in the population originating from crosses between parents with extreme levels of reducing sugars. In the second study, the heritability estimate was moderate for skin texture and low for fry color. Skin texture and fry color was independent and can be selected simultaneously. The associations between these characters and yield components were weak, suggesting that there is reduced genetic association between these characters.

Key words: *Solanum tuberosum* L.. Heritability. Genetic variability. Response to selection.

Lista de Tabelas

1. RESPOSTAS ESPERADAS DE SELEÇÃO PARA COLORAÇÃO DE FRITURA EM QUATRO POPULAÇÕES HÍBRIDAS DE BATATA.....14

Tabela 1.1 – Genealogia de genitores utilizados na geração das quatro populações e testemunhas. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2010.....17

Tabela 1.2 - Médias e amplitudes de coloração de fritura de quatro populações híbridas de batata nos cultivos de outono de 2007 e 2008. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2010.....20

Tabela1.3 – Estimativas do valor genético (BLUP) e respectivos limites inferior e superior, herdabilidade relativa ao valor genético (h^2) e resposta à seleção (R) com limites calculados a partir dos valores genéticos para coloração de fritura de tubérculos de batata duas safras de outono de avaliação. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2009.....22

Tabela1.4 – Coeficientes de correlação entre coloração de fritura (COR), aparência de tubérculo (APA), ciclo, produção de tubérculo (PT), número de tubérculos (NT), peso médio de tubérculos de batata (PM). Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2009.....23

2. AVANÇO DE SELEÇÃO PARA TEXTURA DA PELÍCULA E COLORAÇÃO DE FRITURA PARA TRÊS POPULAÇÕES DE BATATA.....29

Tabela 2.1 – Genealogia e médias para textura da película e coloração de fritura dos genitores e testemunhas deste experimento, na safra de primavera de 2008. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2010.....32

Tabela 2.2 – Médias e amplitudes para textura da película, coloração de ‘chips’ e caracteres componentes de produção para três populações híbridas de batata na safra de primavera de 2008. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2010.....	36
Tabela 2.3 – Estimativas da variância genética (σ^2G), variância erro (σ^2E), herdabilidade (h^2) e resposta esperada de seleção (R), para textura de película e coloração de fritura. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2010.....	37
Tabela 2.4 – Coeficientes de correlação entre textura de película (PEL), coloração de fritura (COR), número de tubérculos (NT), percentagem de tubérculos comerciais (PTC), massa média de tubérculos (MMT) e massa total de tubérculos (MTT) de batata. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2010.....	38

Sumário

Resumo	VI
Abstract	VII
Lista de Tabelas.....	VIII
INTRODUÇÃO GERAL.....	11
CAPÍTULO 1. Respostas esperadas de seleção para coloração de fritura em quatro populações híbridas de batata.....	14
INTRODUÇÃO.....	15
MATERIAL E MÉTODOS	17
RESULTADOS	20
DISCUSSÃO.....	24
CONCLUSÕES.....	26
REFERÊNCIAS	27
CAPÍTULO 2 . Avanço de seleção para textura da película e coloração de fritura para três populações de batata.....	29
INTRODUÇÃO.....	30
MATERIAL E MÉTODOS	32
RESULTADOS	35
DISCUSSÃO.....	40
CONCLUSÕES.....	42
REFERÊNCIAS	43
CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
REFERÊNCIAS.....	47

INTRODUÇÃO GERAL

A batata (*Solanum tuberosum* L.) tem seu centro de origem na América do Sul, provavelmente da Cordilheira dos Andes, entre Peru e Bolívia (MALLOZZI, 1983; FILGUEIRA, 2003), sendo a mais importante fonte de alimento para os povos da região andina (PEREIRA; DANIELS, 2003).

A cultura da batata ocupa a quarta posição entre as principais fontes e alimentos para a humanidade, superada apenas por trigo, arroz e milho. A produção mundial de batata em 2006 foi de aproximadamente 300 milhões de toneladas, em 18 milhões de hectares e produtividade de 16,7 toneladas por hectare. A China é o maior produtor mundial de batata, porém a produtividade é baixa. As maiores produtividades são alcançadas nos Estados Unidos e na Alemanha (FAO, 2006).

No Brasil, a cultura está entre os dez principais produtos agrícolas e é a hortaliça de maior importância econômica (PINELI *et al.*, 2005). O país produz apenas 1% do total mundial, o que corresponde a cerca de 3,4 milhões de toneladas em aproximadamente 150 mil hectares (AGRIANUAL, 2008). Por necessitar de tratamentos culturais intensos, a cultura demanda muita mão-de-obra, gerando cerca de 240 mil empregos diretos e indiretos em toda a cadeia da batata, que em 2001/2002 atingiu um Produto Interno Bruto de US\$ 1,3 bilhão (CAMARGO FILHO, 2001).

O maior estado produtor de batata no Brasil é Minas Gerais, com aproximadamente 31% da oferta anual, seguido por São Paulo 23% e Paraná 18%. O Rio Grande do Sul situa-se em quarto lugar, com a maior área plantada, entretanto com baixa produtividade (IBGE, 2009).

Além da grande importância econômica, a batata é um dos alimentos mais complexos. Cerca de 100g de batata são suficientes para suprir pelo menos 10% das necessidades nutricionais recomendadas de proteína para uma criança ou 10% da demanda de tiamina, niacina, vitamina B6, ácido fólico e 50% da vitamina C para um adulto. Considerando a produção e teores de proteína, é uma das culturas que

apresenta maior produção de proteína por hectare por dia (300 kg), superando o trigo e o arroz, 200 kg e 168 kg, respectivamente (ABBA, 2009). O consumo anual por pessoa, que no mundo é de 27 kg, no Brasil é de apenas 15 kg, e em países como Polônia e Bolívia chega a mais de 100 kg (SHIMAYAMA, 2006).

O mercado de batata do Brasil prioriza cultivares de duplo propósito, ou seja, cultivares com qualidade suficiente para atender tanto ao mercado fresco como de processamento (MELO *et al.*, 2006). O mercado fresco exige cultivares que produzam tubérculos de boa aparência, preferencialmente de película de textura lisa e olhos rasos, e que seja também apta à elaboração de palitos fritos de cor clara e crocantes.

A textura de película é um dos principais componentes da aparência de tubérculo, que é um caráter complexo. Tubérculos com película áspera causam baixa atração ao consumidor (LEPRE *et al.*, 2007).

Os produtos industrializados de batata têm alcançado um desenvolvimento importante e uma rápida diversificação, tanto na forma de flocos e granulados destinados a reconstituir purês, como na forma de 'chips' e batata palha, ou prontos para serem preparados, como batatas descascadas ou cortadas em palitos resfriados e pré-fritas congeladas, (ZORZELLA *et al.*, 2003).

Uma cultivar de batata, para que seja aceita pelo mercado de processamento na forma de palitos ou 'chips', precisa principalmente que a cor do produto final seja clara (PEREIRA *et al.*, 2007). Há uma forte associação positiva entre a coloração do produto frito e o teor de açúcares redutores durante o processamento na forma de 'chips' ou palitos (MENÉNDIS *et al.*, 2002), onde um alto teor resulta em produto de coloração escura. Escurecimento que ocorre com a reação entre açúcares redutores e proteínas e aminoácidos livres (Reação de Maillard) durante a fritura (CUNNINGHAM; STEVENSON, 1963; TALBURT, 1975), conferindo um gosto amargo, que causa a rejeição do produto pelo consumidor (MENÉNDIS *et al.*, 2002).

A maioria das cultivares plantadas no país não têm aptidão à fritura, quer seja doméstica ou industrial, devido ao alto teor de açúcares redutores, particularmente em tubérculos produzidos no cultivo de outono no sul do país (PEREIRA; COSTA, 1997; ZORZELLA *et al.*, 2003).

Em batatas para processamento, o teor de açúcares redutores aceito geralmente é de $\leq 0,1\%$ da massa fresca do tubérculo, com tolerância máxima de 0,33% (DAVIES; VIOLA, 1992), para atingir a cor clara de fritura. O teor de matéria seca deve ser alto (20-24%), para que o produto final apresente boa textura e rendimento industrial (LOVE, 2000). Desta forma, o desafio para atender estas exigências requer maior eficiência dos programas de melhoramento em identificar clones superiores (SILVA *et al.*, 2008).

A batata, por ser uma cultura de reprodução assexual, qualquer combinação que propicie um genótipo superior, pode ser mantida por meio da propagação clonal, mantendo o tipo original selecionado, exceto em caso de raras mutações (HOWARD, 1978). Assim, a herdabilidade no sentido amplo é importante uma vez que toda a variabilidade genética é utilizável entre gerações assexuais de seleção (TAI; YOUNG, 1984).

Buscando planejar eficientes estratégias de seleção em programas de melhoramento, é necessário se dispor de informações de genética quantitativa em relação às populações a serem utilizadas. É preciso informação sobre a extensão da variância genética, herdabilidade, interação genótipo ambiente, correlação entre caracteres, e predição de resposta de seleção (NGUYEN; SLEPER, 1983).

Neste contexto, a presente pesquisa foi desenvolvida com o objetivo geral de contribuir para aprofundar conhecimentos em genética quantitativa para os caracteres textura de película e qualidade de fritura de tubérculos de batata, para melhoria da eficiência do melhoramento genético de batata. Os objetivos específicos foram: i) estimar variabilidade genética, herdabilidade e resposta de seleção esperada em relação à textura de película de tubérculos e cor de fritura em populações híbridas de batata; ii) verificar a frequência de clones com tubérculos de película lisa e com cor clara de fritura em populações híbridas de batata; iii) avaliar a influência de seleção para textura de película na cor de fritura e vice-versa, e em caracteres componentes de produção.

**CAPÍTULO 1. RESPOSTAS ESPERADAS DE SELEÇÃO PARA COLORAÇÃO DE
FRITURA EM QUATRO POPULAÇÕES HÍBRIDAS DE BATATA**

INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é um dos alimentos mais consumidos no mundo, devido principalmente à sua composição e versatilidade gastronômica, assim como pelo baixo preço de comercialização (PEREIRA, 2003), sendo superada em consumo apenas por arroz, trigo e milho (FAO, 2006).

A industrialização da batata é crescente em todo o mundo, incluindo o Brasil, principalmente na forma de produtos que possam ser consumidos diretamente, como 'chips' e batata palha, ou prontos para serem preparados, como batatas descascadas e cortadas em palitos resfriados ou pré-fritas congeladas (ZORZELLA et al., 2003).

Para que uma cultivar de batata seja aceita pelo mercado de processamento na forma de palitos ou 'chips', é necessário que a coloração do produto final seja clara (PEREIRA et al., 1995). O teor de açúcares redutores é um dos principais responsáveis pela coloração de fritura (TALBURT et al., 1975), onde altos níveis resultam no escurecimento indesejável do produto processado. Em geral, as cultivares de batata colhidas no Rio Grande do Sul durante o outono, quando fritas, não apresentam coloração clara (ANDREU e PEREIRA, 2004), o que resulta na depreciação do produto, tanto para o consumo doméstico como para industrialização.

A coloração de 'chips' é influenciada por fatores genéticos e ambientais (PASTORINI et al., 2003). Somente o valor fenotípico do indivíduo pode ser medido diretamente, mas é o valor genético que determina a sua influência na geração seguinte (FALCONER, 1989).

Portanto, a escolha de indivíduos, de acordo com seus valores fenotípicos, depende do sucesso das alterações das características da população, que pode ser predito somente por intermédio do conhecimento do grau de correspondência entre o valor fenotípico e o valor genético. Como a herdabilidade depende de todos os componentes da variância, qualquer alteração em um deles influencia o valor da

proporção herdável, que, de acordo com Falconer (1989), é a proporção atribuída ao efeito genético.

A busca pela obtenção de genótipos superiores requer métodos de seleção capazes de explorar eficientemente o material genético disponível, maximizando a resposta de seleção em relação aos caracteres de interesse (ODA et al, 2007).

O objetivo do presente trabalho foi investigar a resposta de seleção esperada para o caráter coloração de fritura em quatro populações híbridas de batata.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas as seguintes populações híbridas de batata derivadas de cruzamentos contrastantes quanto ao teor de açúcares redutores: população C-2504, obtida do cruzamento C-1750-15-95/C-1883-22-97 (médio/baixo; n = 35); população C-2509, do cruzamento BR-3/C-1890-1-97 (Alto/médio-alto; n = 36); população C-2524, do cruzamento C-1786-6-96/C-1822-22-97 (Médio-baixo/Baixo; n = 37); e população C-2530, do cruzamento C-1750-15-95/C-1890-1-97 (Médio/Médio-alto; n = 36). Os genitores foram selecionados visando à obtenção de populações segregantes para coloração de fritura. Além dos genitores, foram incluídas como testemunhas os seguintes genótipos: Agata, Atlantic, Monte Bonito, 2CRI-1149-1-78 e C-1714-7-94, representando a amplitude de coloração de 'chips'. A genealogia referente aos genitores e testemunhas utilizados neste experimento está representada na tabela 1.1.

Tabela 1.1 – Genealogia de genitores utilizados na geração das quatro populações e testemunhas. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2010.

Genótipos	Teor de açúcares redutores	Genealogia
Agata	Alto	BM 52.72/Sirco
Atlantic	Baixo	B 5141.6 (Lenape)/Wauseon
Monte Bonito	Médio-alto	A-726-2-70/Hydra
C-1714-7-94	Médio	C-1785-6-87//Atlantic
2CRI-1149-1-78	Médio-alto	Recent/C-1086-22-75
C-1750-15-95	Médio	C-1485-16-87//Atlantic
C-1890-1-97	Médio-alto	Shepody/DXY-15
C-1786-6-96	Médio-baixo	Atlantic/C-1226-35-80
C-1883-22-97	Baixo	ND860-2/XY-14
BR-3	Alto	*Record

*Autofecundação

Os experimentos foram realizados no campo experimental e no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da sede da Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS (31°S, 52°W), nas safras de outono de 2007 e 2008. O solo é classificado como do Tipo Podzólico Vermelho-Amarelo, sendo fertilizado nas áreas de plantio com 2000 Kg.ha⁻¹ de NPK (5-30-10).

O delineamento experimental utilizado foi blocos aumentados com duas repetições para as famílias e quatro para as testemunhas. No primeiro ano do estudo a parcela foi constituída por três plantas de cada clone, enquanto que no segundo ano por cinco plantas.

O plantio dos experimentos foi em 11 de março de 2007 e 20 de março de 2008, com espaçamento de 0,30 m entre plantas e de 0,80 m entre linhas, os tratos culturais utilizados foram os recomendados para cultivos comerciais na região (PEREIRA; DANIELS, 2003). As plantas foram mantidas a campo até completarem seu ciclo, quando os tubérculos foram colhidos em 24 de junho de 2007 e 5 de julho de 2008 e transportados para instalações apropriadas, onde foram efetuadas as avaliações.

Para avaliação da coloração de fritura, foi tomada ao acaso uma amostra de três tubérculos médios e sadios. O processamento foi na forma de 'chips', sendo fritas 12 fatias de 1 - 2 mm de espessura em gordura hidrogenada, à temperatura inicial de 180° C, até cessar a borbulha. As notas foram atribuídas às parcelas visualmente por avaliadores treinados, por meio de comparação com uma escala 'Potato Chip and Snack Food Association' (DOUCHES et al., 1996), adaptada para nove pontos: 1 = coloração clara, 9 = coloração escura. Nota 2 ou inferior é definida como aceitável para processamento na forma de 'chips'.

No segundo ano do experimento, os genótipos foram avaliados também quanto ao ciclo, de acordo com o grau de senescência (1 = tardia; 9 = precoce), produção por parcela (Kg), número de tubérculos por parcela, peso médio de tubérculos e aparência geral de tubérculos (1 = excelente; 9 = péssimo). O peso médio de tubérculos foi obtido por meio da razão entre a produção e o número de tubérculos. Aparência geral de tubérculos foi considerada excelente aqueles que apresentaram tubérculos atrativos, com uma coloração clara ou vermelha 'viva', lisa, brilhante, formato alongado e uniforme, olhos rasos e tamanho médio a grande.

Os resultados obtidos foram analisados por meio do programa estatístico computacional 'SAS Learning Edition' (2002). Foi utilizado o procedimento Proc Mixed, apropriado para a análise de modelos mistos desbalanceados, pois distingue claramente os efeitos fixos e os aleatórios (LITTELL et al., 1996). O modelo estatístico usado para a determinação dos efeitos genéticos, desconsiderando o efeito ambiental, foi o REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita / melhor estimador linear não-viesado). Matricialmente, o modelo misto linear geral descrito em Harville (1977) é definido como:

$$y = X\beta + Z\gamma + e$$

Em que:

${}_n y^1$ é o vetor de observações;

${}_n X_{p+1}$ é a matriz de incidência dos efeitos fixos (genótipos);

${}_{p+1} \beta^1$ é o vetor de efeitos fixos desconhecidos;

${}_n Z_q$ é a matriz de incidência dos efeitos aleatórios (anos);

${}_q \gamma^1$ é o vetor de efeitos aleatórios desconhecidos;

${}_n e^1$ é o vetor de erros aleatórios;

Sendo, n o número de observações, p o número de parâmetros e q o número de efeitos aleatórios.

Foi estimada a herdabilidade e ganho de seleção para coloração de fritura segundo Simmonds (1979), calculado pela média dos valores genéticos dos clones selecionados, e intensidade de seleção de 10%. Realizou-se ainda a comparação entre médias por meio do teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro, com a utilização do programa computacional. Os dados também foram submetidos a análise estatística para obtenção dos coeficientes de correlação entre coloração de fritura e os outros caracteres em estudo.

RESULTADOS

A análise da variância mostrou diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as médias de coloração para fritura das populações, porém a interação entre anos de cultivo e populações não foi significativa (Tabela 1.2). Em ambos os experimentos as populações híbridas C-2504 (Médio/Baixo teor de açúcares redutores – AR), C-2524 (Médio-baixo/Baixo AR) e C-2530 (Médio/Médio-alto AR) apresentaram as colorações de ‘chips’ mais claras e as médias não diferiram estatisticamente entre si, enquanto a população C-2509 (Alto/Médio AR) apresentou a maior média, ou seja, produziu ‘chips’ de coloração mais escura.

Tabela 1.2 - Médias e amplitudes de coloração de fritura de quatro populações híbridas de batata nos cultivos de outono de 2007 e 2008. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2010.

População	Cruzamento	2007		2008	
		Média ¹	Amplitude	Média	Amplitude
C-2530	C-1750-15-95/C-1890-1-97	4,46 b	1,0 - 8,0	2,88 b	1,0 - 6,0
C-2524	C-1786-6-96/C-1822-22-97	4,52 b	1,0 - 8,0	2,61 b	1,0 - 6,0
C-2504	C-1750-15-95/C-1883-22-97	5,35 b	2,0 - 8,0	2,56 b	1,0 - 7,0
C-2509	BR-3/C-1890-1-97	6,77 a	2,0 - 9,0	5,25 a	1,0 - 8,0

¹ Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan.

No experimento de 2007, somente as populações C-2524 e C-2530 apresentaram clones com nota 1, ou seja, os mais claros, enquanto no experimento de 2008 todas as populações continham clones com nota 1.

Os valores genéticos estão expressos na tabela 1.3. A população C-2509 obteve valor genético positivo e a magnitude mais elevada, favorecendo a coloração de fritura escura. As populações C-2504, C-2524 e C-2530 apresentaram valores genéticos com sinal negativo, favorecendo a cor mais clara, e concordando com os valores de médias, em que estas famílias mostraram-se de coloração mais clara.

Tabela 1.3 - Estimativas do valor genético (BLUP) e respectivos limites inferior e superior, herdabilidade relativa ao valor genético (h^2) e resposta à seleção (R) com limites calculados a partir dos valores genéticos para coloração de fritura de tubérculos de batata duas safras de outono de avaliação. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2010.

População	Cruzamento	BLUP			h^2			R		
		Valor médio	Limites		Valor médio	Limites		Valor médio	Limites	
			Inferior	Superior		Inferior	superior		Inferior	Superior
C-2504	C-1750-15-95/C-1883-22-97	-0,32	-1,47	0,83	0,18	0,07	0,29	-42,40	-194,77	109,97
C-2509	BR-3/C-1890-1-97	1,64	0,48	2,79	0,87	0,76	0,98	217,30	63,60	369,67
C-2524	C-1786-6-96/C-1822-22-97	-0,70	-1,86	0,45	0,42	0,31	0,53	-92,75	-246,45	64,20
C-2530	C-1750-15-95/C-1890-1-97	-0,61	-1,77	0,54	0,35	0,24	0,46	-80,82	-234,52	71,55

As estimativas de herdabilidade, calculadas a partir da relação entre o valor genético e a variância fenotípica total estão apresentadas na Tabela 1.3. O valor de herdabilidade estimado para a população C-2509 foi alto (0,87), enquanto para as populações C-2524 e C-2530 os valores foram baixos (0,42 e 0,35, respectivamente). A população C-2504 teve a estimativa de herdabilidade de menor magnitude (0,18).

A população C-2509, a qual revelou maior valor genético e maior herdabilidade, conseqüentemente, apresentou a maior resposta de seleção (Tabela 1.2). Entretanto de acordo com os intervalos de confiança, a resposta de seleção esperada para este cruzamento não diferiu significativamente dos demais.

Em relação aos coeficientes de correlação envolvendo coloração de fritura, apenas apresentou significância com produção, porém de baixa magnitude (Tabela 1.4). As correlações entre coloração de fritura e número de tubérculos, peso médio, aparência e ciclo foram baixas e não significativas. Ciclo não correlacionou-se com nenhum dos outros caracteres, enquanto aparência geral de tubérculos esteve correlacionado fraco mas significativamente com caracteres de produção.

Tabela 1.4 - Coeficientes de correlação entre coloração de fritura (COR), aparência de tubérculo (APA), ciclo, produção de tubérculo (PT), número de tubérculos (NT), peso médio de tubérculos de batata (PM). Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2010.

Caracter	APA	Ciclo	PT	NT	PM
APA	-				
Ciclo	0,02	-			
PT	0,17*	-0,02	-		
NT	-0,24*	-0,06	0,29*	-	
PM	0,27*	-0,14	0,51*	-0,58*	-
COR	0,14	0,08	0,19*	0,00	0,08

* Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste t.

DISCUSSÃO

A resposta de seleção esperada serve de indicativo para a escolha de população a ser utilizada no desenvolvimento de cultivares (ALLARD, 1960). O progresso esperado com a seleção depende da herdabilidade do caráter, da intensidade de seleção e, do desvio padrão fenotípico do caráter (DUDLEY; MOLL, 1969; SIMMONDS, 1979). Embora neste estudo as populações não tenham diferido em ganhos de seleção esperados para coloração de fritura, houve diferenças significativas entre as estimativas de valor genético e as estimativas de herdabilidade das populações.

Em culturas de propagação assexuada como a batata, a combinação de fatores genéticos não varia de geração para geração, assim deve-se estimar a herdabilidade no sentido amplo num programa de melhoramento (TAI; YOUNG, 1984). As distintas estimativas de herdabilidade para coloração de fritura encontradas neste estudo, variando de baixo a alto, dependendo da população, podem ser explicados por que os valores de herdabilidade são únicos, dependendo da diversidade genética do material em estudo e dos fatores ambientais (FALCONER, 1989). Por conta disso, a população C-2509, originária de cruzamento entre um genitor com baixo teor de açúcares redutores e outro de elevado teor apresentou a maior estimativa (0,87), visto a grande variância genética entre os genitores.

As populações que apresentaram baixa herdabilidade, derivadas de cruzamentos entre genitores que produzem produto frito de coloração clara concordam com valores de herdabilidade relatados por Rodrigues (2003), que também verificou estimativa de baixa magnitude, em três gerações de dez famílias de batata oriundas de cruzamentos destinadas à obtenção de clones para processamento de batata 'chips'.

Baixa herdabilidade para coloração de fritura foi encontrada também por Thill e Pelloquin (1994) e Salamoni et al. (2000), em estudo de herdabilidade da resistência da reversão dos açúcares redutores em populações logo após o armazenamento sob baixas temperaturas e em populações recondicionadas a temperatura ambiente, sendo considerada uma das grandes dificuldades na obtenção de genótipos de qualidade industrial. Hayes (2002) em estudo da

eficiência de seleção precoce de genótipos de batata com baixos teores de açúcares redutores nas três primeiras gerações clonais e também obteve bons resultados nos ganhos de seleção.

As médias das populações para coloração de fritura nas populações que não envolviam genitores com alto teor de AR foram menores, ou seja, mais claras. Portanto, mesmo não havendo diferenças significativas de resposta esperada de seleção, as três populações que não incluíram genitores com alto teor de AR ofereceriam clones com coloração de fritura mais claras. Embora a população C-2509 tenha apresentado a maior média de coloração, isto é, coloração mais escura, também incluiu indivíduos de coloração clara, conforme reportado anteriormente (PEREIRA et al., 1995), indicando que para obtenção de genótipos de coloração clara deve-se cruzar com pelo menos um que o produto frito seja de cor clara.

Tendo em vista os baixos coeficientes de correlação encontrados entre coloração de fritura e outros caracteres, a seleção para coloração afetaria pouco a produção e a aparência geral de tubérculos, e o ciclo. Correlações de magnitude baixa entre coloração de fritura e caracteres componentes de produção também foram relatadas por Rodrigues (2003).

CONCLUSÕES

Populações híbridas de batata derivadas de cruzamentos em que um dos genitores contenha baixo teor de açúcares redutores apresentam valores genéticos favoráveis à cor de fritura mais clara;

A herdabilidade do caráter coloração de fritura varia de baixa à alta, dependendo do nível de açúcares redutores dos genitores formadores da população.

As combinações que permitiram melhores ganhos para coloração clara de fritura foi entre genitores com médio a baixo teor de açúcares redutores, enquanto que combinações envolvendo um genitor com alto teor evidenciaram a tender a coloração escura.

REFERÊNCIAS

- ALLARD, R. W. **Principles of plant breeding**. New York: Wiley, 1960. 485 p.
- ANDREU, M. A.; PEREIRA, A. da S. Qualidade industrial de famílias clonais de batata. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 4, p. 511-513, 2004.
- COELHO, A. H. R.; VILELA E. R.; CHAGAS, S. J. de. Qualidade de batata (*Solanum tuberosum* L.) para fritura, em função dos níveis de açúcares redutores e amido, durante o armazenamento refrigerado e à temperatura ambiente com atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 4, p. 899-910, 1999.
- DOUCHES, D. S.; MAAS, D.; JASTRZEBSKI, R. W.; Assessment of potato breeding progress in the USA over the last century. **Crop Science**, Madison, v.36, p. 1544-1552, 1996.
- DUDLEY, J. W.; MOLL, R. H. Interpretation and use of estimation of heritability and genetic variance in plant breeding. **Crop Science**, Madison v. 2, n. 3, p. 257-262, 1969.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **ProdSTAT: Crops**, 2006. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em: 15 de jan. de 2010.
- HAYES, R. J.; THILL, C. A. Selection for cold chipping from three early generations in a potato breeding program. **Euphytica**, Wageningen, v. 128, p. 353-362, 2002.
- HARVILLE, D. A. Maximum-likelihood approaches to variances component estimation and to related problems. **Journal of the American Statistical Association**, Alexandria, v. 72, n. 358, p. 320-338, 1977.
- LITTELL, R. C.; MILLIKEN, G. A.; STROUP, W. W.; WOLFINGER, R. D. SAS system for mixed models. **Statistical Analysis System Institute**. Cary: 1996. 633 p.
- ODA, S.; MELO, E. J.; SILVA, J. F.; SOUZA, I. C. G.; Melhoramento florestal. In: BORÉM, A. (Ed.). **Biotecnologia Florestal**. Viçosa: UFV, p. 51-71, 2007.
- PASTORINI, L. H.; BACARIN, M. A.; TREVIZOL, F. C.; BERVALD, C. M. P.; FERNANDES, H. S. Produção e teor de carboidratos não estruturais em tubérculos de batata obtidos em duas épocas de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 660-665, 2003.

PEREIRA, A. da S.; TAI, G. C. C.; YADA, R. Y.; COFFIN, R. H. ; SOUZA MACHADO, V. Genetic advance for chip color in potatoes. **Euphytica**, Wageningen, v. 84, p. 133-138, 1995.

PEREIRA A. da S.; DANIELS J. (Ed.). **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica/Embrapa Clima Temperado. 2003. 567 p.

RODRIGUES, A. F. S.; PEREIRA, A. da S. Correlações inter e intra-gerações e herdabilidade de cor de chips, matéria seca e produção em batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, p. 599-604, 2003.

SALAMONI, A. T.; PEREIRA, A. da S.; VIEGAS, J.; CAMPOS, A. D.; CHALÁ, C. S. de A. Variância genética de açúcares redutores e matéria seca e suas correlações com características agrônômicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 07, p. 1441-1445, Brasília, 2000.

SAS LEARNING EDITION. **Getting Started with the SAS Learning Edition**. Cary: SAS Institute, 2002. 81 p.

SIMMONDS, N. W. **Principles of crop improvement**. New York: Longman, 1979. 408 p.

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, p. 419-434, 1984.

TALBURT, W. F.; SCHWIMMER, S.; BURR, H. K. Structure and chemical composition of the potato tuber. In: TALBURT, W. F.; SMITH. O. (Ed.) **Potato processing**. Westport: The AVI Publishing, 1975. p. 11-42.

THILL, C. A.; PELOQUIN, S. J. Inheritance of potato chip color at the 24 chromosome level. **American Potato Journal**, Orono, v. 71, p. 629-646, 1994.

ZORZELA, C. A.; VENDRUSCOLO J. L. S.; TREPTOW R. O.; ALMEIDA T. L. 2003. Caracterização física, química e sensorial de genótipos de batata processados na forma de chips. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, p. 15-24, 2003.

**CAPÍTULO 2 . AVANÇO DE SELEÇÃO PARA TEXTURA DA PELÍCULA E
COLORAÇÃO DE FRITURA PARA TRÊS POPULAÇÕES DE BATATA**

INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) ocupa a quarta posição entre as principais culturas produzidas mundialmente, superada apenas por trigo, arroz e milho (FAO, 2006). O Brasil produz apenas 1% do total mundial, o que corresponde a cerca de 3,4 milhões de toneladas, e área cultivada de aproximadamente 150 mil hectares (AGRIANUAL, 2008). Estima-se que o PIB (Produto Interno Bruto) da cadeia produtiva da batata no Brasil supere US\$ 1,5 bilhão (PEREIRA, 2008).

A maior parte da produção de batata no país é para o consumo fresco (PEREIRA e DANIELS, 2003), onde a aparência de tubérculo é de fundamental para comercialização do produto. Aparência geral de tubérculo é um caráter complexo e dependente de vários caracteres mais simples, apresentando assim baixa herdabilidade (TAI, 1975; SILVA et al., 2008). No entanto, seus componentes apresentam estimativas de magnitude superior, possibilitando maior eficiência de seleção (LOVE et al., 1997).

Dentre os fatores componentes de aparência de tubérculo, destaca-se a textura de película. O consumidor brasileiro prefere tubérculos de película lisa e brilhante, especialmente em cultivares de película de coloração amarelada. Entretanto, a batata com película lisa ofertada no mercado fresco, em geral, não atende as exigências do consumidor em relação às características de qualidade para a elaboração de batata frita à francesa, que é a forma mais popular de utilização (MELO, 1999).

Atualmente, existe uma diminuição no consumo da batata fresca, devido, principalmente, às dificuldades no armazenamento doméstico, descascamento, fritura ou cozimento, e um maior interesse por batata do tipo processada (ABBA, 2006). Apesar da textura áspera de tubérculos inviabilizar a comercialização de para o mercado fresco, esta característica não chega ser um entrave na aceitação de uma cultivar por parte das indústrias (PEREIRA, 2003).

O mercado de batata para processamento é crescente no Brasil, oferecendo oportunidade para produção integrada com a indústria. Para atender as exigências da agroindústria na produção de batata 'chips', de batata palha e batata pré-frita congelada, faz-se necessário o melhoramento genético visando o desenvolvimento de novas cultivares (PEREIRA, 2003).

O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho de três populações clonais de batata quanto a avanço de seleção para textura de película de tubérculos e coloração de fritura, e estimar a correlação entre estes caracteres com caracteres componentes de produção.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudadas três populações clonais de batata derivadas de cruzamentos entre genitores com diferentes níveis de textura de película e coloração de fritura: População C-1168 (n=71), obtida do cruzamento Atlantic x C-1226-35-80; população C-1172 (n=55), derivada do cruzamento C-1226-35-80 x Vivaldi; e população C-1179 (n=70), obtida do cruzamento Atlantic x Eliza. Além das três populações, foram utilizadas como testemunhas as cultivares Agata, Monalisa, Eliza, Atlantic, Delta-S e os clones C-1786-7-96, C-1750-15-95 e C-1742-8-95 do programa de melhoramento genético da Embrapa, variando amplamente para textura de película e coloração de fritura (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 – Genealogia e médias para textura da película e coloração de fritura dos genitores e testemunhas utilizados neste experimento, na safra de primavera de 2008. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2010.

Genótipos	Genealogia	Características	
		Textura da película ¹	Coloração de fritura ²
Atlantic	B 5141.6 (Lenape)/Wauseon	1,12 c*	6,50 a
C-1750-15-95	C-1485-16-87/Atlantic	1,75 b	6,25 a
C-1786-7-96	Atlantic/C-1226-35-80	1,75 b	5,51 b
C-1742-8-95	Atlantic/Monte Bonito	2,75 b	5,72 b
Agata	BM 52.72/Sirco	3,87 a	4,50 c
Monalisa	Bierma A1-287/Colmo	3,50 a	3,75 c
Eliza	Edzina/Recent	4,25 a	3,75 c

¹Textura da película: 1=áspera, 9=lisa. ²Coloração de fritura: 1=escura, 9=clara. *Médias com mesma letra na coluna não diferem entre si, segundo o teste de Scott Knott a 5% de probabilidade de erro.

O experimento foi realizado no campo experimental da sede da Embrapa Clima Temperado em Pelotas (RS), localizado a 31°52'00" de latitude sul e 52°21'24" de longitude, a uma altitude de 14 m, com solo do Tipo Podzólico Vermelho-Amarelo, sendo fertilizado nas áreas de plantio com 2000 Kg.ha⁻¹ de NPK (5-30-10) no sulco de plantio.

O delineamento experimental foi em blocos aumentados (FEDERER; RAHAVARAO, 1975), com os clones das três populações não repetidos e distribuídos aleatoriamente no experimento, enquanto as testemunhas foram repetidas quatro vezes em blocos ao acaso. Um quarto dos clones de cada população foi alocado em cada bloco. A unidade experimental consistiu de três plantas de cada clone, espaçadas em 0,80 m entre fileiras e 0,30 m entre plantas.

O experimento foi plantado no dia 19 de agosto de 2008 e colhido no dia 10 de dezembro de 2008. O dessecante foi aplicado dez dias antes da colheita. Os demais tratamentos culturais e fitossanitários foram similares aos realizados em plantios comerciais da região (PEREIRA; DANIELS, 2003).

As avaliações foram realizadas nos laboratórios de Melhoramento Vegetal e de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Clima Temperado.

Imediatamente após a colheita, os tubérculos de cada parcela foram classificados quanto ao tamanho (tubérculos comerciais: >45 mm de diâmetro transversal; não comerciais: ≤45 mm) e avaliados em relação a caracteres componentes de produção: número de tubérculos, massa total de tubérculos (g), massa de tubérculos comerciais (g), percentual de tubérculos comerciais e massa média de tubérculos (g), que foi obtida por meio da razão entre a massa total e o número total de tubérculos.

Posteriormente, os tubérculos de cada parcela foram submetidos às avaliações de textura de película e coloração de fritura. A textura de película foi avaliada utilizando uma escala de notas de cinco pontos (1=áspera, 5=lisa). Para facilitar a visualização da textura, os tubérculos foram lavados previamente.

Para avaliação de coloração de fritura, amostras de três tubérculos classificados como comerciais foram tomadas ao acaso de cada parcela. Os tubérculos foram lavados, descascados e cortados em fatias de 1-2mm de espessura. Uma amostra de dez fatias foi frita por imersão em óleo vegetal a temperatura inicial de 180°C até cessar de borbulhar. Após a secagem e esfriamento natural, a coloração dos 'chips' foi avaliada por meio da tabela da 'American Potato Chip and Snack Food Association' dos Estados Unidos (DOUCHES et al., 1996), com escala de notas adaptada para 1=cor escura e 9=cor clara.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro, por meio do pacote estatístico Genes. No método de análise de variância, o modelo estatístico utilizado (CRUZ, 2001) foi o seguinte:

$Y_{ij} = \mu + g_i + e_{ij}$, para as testemunhas;

$Y_i = \mu + g_i + e_i$, para as populações, sendo que Y_{ij} é a observação referente ao i -ésimo genótipo no j -ésimo corte; μ é a média geral; g_i é o efeito aleatório do i -ésimo genótipo confundido com os efeitos do ambiente; e_{ij} é o erro experimental associado à observação Y_{ij} .

Os componentes de variância e herdabilidade foram estimados de acordo com Vencovsky & BARRIGA (1992), pela fórmula: $h^2 = \sigma^2g / (\sigma^2g / \sigma^2e / r)$, sendo que σ^2g é a variância genética, σ^2e é a variância do erro e “ r ” é o número de repetições. Também, foram calculados coeficientes de correlação entre os caracteres, sendo as magnitudes dos coeficientes classificadas conforme Carvalho et al. (2004): $r=0$ (nula); $0 < |r| \leq 0,30$ (fraca); $0,30 < |r| \leq 0,60$ (média); $0,60 < |r| \leq 0,90$ (forte); $0,90 < |r| < 1$ (fortíssima) e $r = 1$ (perfeita).

RESULTADOS

A análise de variância revelou diferenças significativas ($p=0,05$) para todos os caracteres analisados (Tabela 2.2).

Em relação à textura de película, as populações C-1172 (película intermediária x película lisa) e C-1179 (película áspera x película lisa) apresentaram as médias mais elevadas, ou seja, películas mais lisas. A população C-1168 (película áspera x película intermediária) apresentou a média mais baixa, isto é, textura mais áspera. Os dados de amplitude mostram que as três populações apresentaram clones de película lisa (Tabela 2.2), com frequência superior a 10% dos clones com nota maior que quatro (dados não apresentados).

Em referência à coloração de fritura, a população C-1168 (coloração clara x coloração intermediária) obteve a média mais alta, isto é, clones com coloração de fritura mais clara, enquanto as populações C-1172 (coloração intermediária x coloração intermediária) e C-1179 (coloração clara x coloração escura) apresentaram médias mais baixas. Clones com coloração clara (nota superior a oito) foram encontrados em todas as populações, entretanto a frequência destes clones foi maior na população C-1168 (12%) e menor na população C-1179 (3%).

Quanto aos caracteres componentes de produção, a população C-1179 apresentou média maior para número, massa média e massa total de tubérculos. Por outro lado, a população C-1168 teve as médias mais elevadas para percentual de tubérculos comerciais mais elevada, e também maiores médias para massa de tubérculos comerciais e massa média de tubérculo, juntamente com a população C-1179.

Tabela 2.2 - Médias e amplitudes para textura da película, coloração de 'chips' e caracteres componentes de produção para três populações híbridas de batata na safra de primavera de 2008. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2010.

População	Textura de película		Coloração de fritura		Nº de tubérculos		Massa total de tubérculos (g)		Massa de tubérc. comerciais (g)		Massa média de tubérculos (g)		Perc. tubérc. comerciais	
	Média*	Amplitude	Média	Amplitude	Média	Amplitude	Média	Amplitude	Média	Amplitude	Média	Amplitude	Média	Amplitude
C-1172	3,0 A	1-4,5	5,4 B	2-8	34 B	9-95	1275,0 B	145-2245	345,3 B	70-1235	32,92 B	11,8-69,7	27,08 B	2,1-62,5
C-1179	2,5 A	1-4,5	5,0 B	2-9	48 A	11-58	2130,0 A	480-3000	626,4 A	160-2210	62,50 A	28,4-120,0	29,41 B	7,5-85,7
C-1168	1,5 B	1-4	7,5 A	2-9	26 B	9-47	1455,0 B	355-2770	895,4 A	160-2310	52,93 A	23,9-98,9	61,54 A	7,3-80,0

*Médias com mesma letra na coluna não diferem entre si, segundo o teste de Scott Knott a 5% de probabilidade de erro.

As estimativas dos componentes de variância das três populações estão apresentadas na tabela 2.3. A população C-1179 (áspera x lisa) apresentou a maior estimativa de variância genética para o caráter textura de película, enquanto a população C-1172 (intermediária x lisa) teve a menor variância genética. Os valores de herdabilidade estimados para textura de película foram médios, variando de 0,40 a 0,63. A população C-1179, que apresentou a maior variância genética, teve, conseqüentemente, a maior resposta esperada de seleção (0,67).

Tabela 2.3 - Estimativas da variância genética (σ^2G), variância erro (σ^2E), herdabilidade (h^2) e resposta esperada de seleção (R), para textura de película e coloração de fritura. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2010.

População	Componentes de variância		h^2	R
	σ^2G	σ^2E		
Textura da película				
C-1168	0,42	0,41	0,50	0,46
C-1172	0,28	0,41	0,40	0,33
C-1179	0,72	0,41	0,63	0,67
Coloração de fritura				
C-1168	1,57	2,69	0,37	0,76
C-1172	1,30	2,69	0,33	0,65
C-1179	0,92	2,69	0,25	0,48

Para coloração de fritura, a população C-1168 (clara x intermediária) apresentou a maior variância genética, seguida da população C-1172 (intermediária x intermediária). A população C-1179 (clara x escura) apresentou a estimativa de variância mais baixa. Os valores estimados de herdabilidade foram baixos para todas as três populações. A resposta de seleção esperada para a população C-1168 foi ligeiramente superior (0,76) às outras duas populações.

Quanto aos caracteres componentes de produção, as estimativas de herdabilidade variaram de moderada a alta quanto a número de tubérculos e massa total (dados não apresentados). Para número de tubérculos, destacou-se a população C-1172, com maior herdabilidade e resposta de seleção. Em relação à

massa de tubérculos comerciais foram estimados valores moderados para as populações C-1168 e C-1179. Percentual de tubérculos comerciais e massa média de tubérculos foram os caracteres com menores estimativas de herdabilidade. As respostas esperadas de seleção para percentual de tubérculos comerciais foi maior nas populações C-1168 e C-1179, 6,08 e 5,44% respectivamente. Em relação a massa média de tubérculos, a população com maior resposta de seleção foi C-1179 (6,33 g).

O coeficiente de correlação entre os caracteres textura da película e coloração de fritura foi baixo e não significativo (Tabela 2.4), enquanto as correlações de coloração de fritura e textura de película com caracteres componentes de produção foram baixas e, na maioria, não significativas.

Tabela 2.4 - Coeficientes de correlação entre textura de película (PEL), coloração de fritura (COR), número de tubérculos (NT), percentagem de tubérculos comerciais (PTC), massa média de tubérculos (MMT) e massa total de tubérculos (MTT) de batata. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2010.

Caracteres	PEL	COR	NT	PTC	MMT
PEL	-				
COR	-0,06	-			
NT	0,07	-0,16*	-		
PTC	-0,18*	0,05	-0,46*	-	
MMT	-0,14*	0,07	-0,44*	0,90*	-
MTT	0,02	-0,07	0,38*	0,42*	0,53*

*Significativo a 5% de probabilidade do erro pelo teste t.

Textura da película correlacionou-se significativamente apenas com percentual de tubérculos comerciais e massa média de tubérculos, e coloração de fritura com número de tubérculos. Mas, as três correlações foram de baixa magnitude e negativas.

Das correlações entre os caracteres componentes de produção, coeficiente muito alto foi calculado entre massa média de tubérculo e percentual de tubérculos comerciais. Correlações significativas, médias e negativas foram obtidas entre número de tubérculos com percentual de tubérculos comerciais e massa média de tubérculos, e positivas entre massa total de tubérculos com número de tubérculos, percentual de tubérculos comerciais e massa média de tubérculos.

DISCUSSÃO

No processo de desenvolvimento de novas cultivares, procura-se gerar populações com altas médias e grande variabilidade genética para os caracteres de interesse (SIMMONDS, 1979). Neste estudo a população com maior avanço de seleção esperado em relação à película de textura lisa foi a população C-1179, cuja superioridade pode ser atribuída tanto à variância genética como à herdabilidade. Quanto à coloração de fritura, as populações C-1168 e C-1172 tiveram, respectivamente, os maiores ganhos de seleção esperados.

A maior resposta de seleção esperada para textura da película da população C-1179 pode ser explicada pela maior variância genética, superior as demais populações, podendo ser explicado pelos níveis extremos dos genitores em relação a este caráter. É provável que a maior estimativa de herdabilidade desta população também tenha contribuído para o maior ganho esperado de seleção.

As magnitudes moderadas de herdabilidade para textura de película encontradas neste estudo estão de acordo com os valores relatados por Silva et al. (2008), mas discordam das estimativas altas observadas por Love et al. (1997), utilizando populações derivadas de genitores de película extremamente áspera.

O avanço esperado de seleção para coloração de fritura foi mais elevado para as populações C-1168 e C-1172 e refletiu as estimativas de variância genética e herdabilidade. A estimativa de variância genética da população C-1179 foi claramente mais baixa do que das duas outras populações. Apesar das estimativas das três populações serem baixas, concordando com Rodrigues e Pereira (2003), as estimativas de herdabilidade das populações C-1168 e C-1172 foram semelhantes e superiores ao valor estimado para a população C-1179.

No processo de seleção, além do conhecimento dos componentes de variância dos caracteres, também é importante contar com informações sobre as relações entre os mesmos, pois, dependendo do tipo de associação entre os mesmos, pode facilitar ou dificultar a seleção (CARVALHO et al., 2001). O valor de correlação calculado neste estudo entre coloração de fritura e textura de película indica que a seleção para um destes caracteres não influencia na resposta de seleção do outro, podendo os dois caracteres serem selecionados simultaneamente.

A correlação fraca e negativa calculada entre textura de película e percentual de tubérculos comerciais e massa média de tubérculos concorda com Silva (2007), indicando que seleção para textura lisa afetaria pouco o percentual de tubérculos.

Os baixos coeficientes de correlação entre coloração de fritura e caracteres componentes da produção determinados neste trabalho se assemelham aqueles relatados por Salamoni et al. (2000) e Rodrigues e Pereira (2003), sugerindo que há reduzida associação genética entre esses caracteres.

CONCLUSÕES

1. Na geração de populações superiores para textura (lisa) de película e coloração fritura, pelo menos um dos genitores deve ter película lisa e/ou coloração clara de fritura;
2. Textura da película e coloração de fritura são caracteres independentes, podendo ser selecionados simultaneamente;
3. A seleção para textura da película e coloração de fritura tem fraca influência nos caracteres componentes da produção.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE BATATA - ABBA, 2006. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/2006/revista>>. Acesso em: 08 de jan. de 2010.
- AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativos. 516 p.
- CARVALHO, F. I. F.; SILVA, S. A.; KUREK, A. J.; MARCHIORO, V. S. **Estimativas e implicações da herdabilidade como estratégia de seleção**. Pelotas: Editora e Gráfica da UFPel, 2001. 95 p.
- CARVALHO, F. I. F.; LORENCETTI, C.; BENIN, G. **Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal**. Pelotas: Editora e Gráfica da UFPel, 2004. 142 p.
- CRUZ C. D.; REGAZZI A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2001. 390 p.
- DOUCHES, D. S.; MAAS, D.; JASTRZEBSKI, R. W. Assessment of potato breeding progress in the USA over the last century. **Crop Science**, Madison, v.36, p. 1544-1552, 1996.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **ProdSTAT: Crops**, 2006. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em: 15 de jan. de 2010.
- FEDERER, W. T.; RAGHAVARAO, D. On augmented designs. **Biometrics**, Washington, v. 31, p. 29-35, 1975.
- 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.
- MELO, P.E. Cultivares de batata potencialmente úteis para processamento na forma de fritura no Brasil e manejo para obtenção de tubérculos adequados. **Informe Agropecuário**, v.20, n.197, p.112-119, mar./abr. 1999.
- PEREIRA A. da S.; DANIELS J. (Ed.). **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica/Embrapa Clima Temperado. 2003. 567 p.
- PEREIRA, A. da S. Batata: fonte de alimento para a humanidade. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n.1, capa, 2008.
- PEREIRA A. da S.; DANIELS J. (Ed.). **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica/Embrapa Clima Temperado. 2003. 567 p.

RODRIGUES, A. F. S.; PEREIRA, A. da S. Correlações inter e intragerações e herdabilidade de cor de chips, matéria seca e produção em batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, p. 599-604, 2003.

SALAMONI, A S.; PEREIRA, A S.; VIEGAS, J. *et al.* Variância genética de açúcares redutores e matéria seca e suas correlações com características agronômicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1441-1445, 2000.

SILVA, G. O.; PEREIRA, A. da S.; SOUZA, V. Q.; CARVALHO, F. I. F.; VIEIRA, E. A. Qualidade de película de famílias clonais de batata. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 563-568, 2008.

SIMMONDS, N. W. **Principles of crop improvement**. New York: Longman, 1979. 408 p.

TAI, G. C. C.; YOUNG, D. A. Effectiveness of visual selection for early clonal generation seedlings of potato. **Crop Science**, Madison, v. 15, n. 1, p. 15-18, 1984.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486 p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No sentido de planejar estratégias de seleção mais eficazes nos programas, é necessário dispor de informações de genética quantitativa em relação às populações a serem utilizadas (TAI, 1986). Desta forma, a seleção de clones com película lisa e coloração clara de fritura seria facilitada por informações sobre a herança destes caracteres, bem como a associações com caracteres componentes de produção.

No primeiro estudo, foi possível verificar que valor genético e herdabilidade elevados para coloração de fritura contribuem significativamente na resposta esperadas de seleção. As estimativas de herdabilidade variaram conforme o nível de açúcares redutores dos genitores, sendo maior na população gerada de parentais com níveis extremos.

Populações originárias de cruzamentos envolvendo um genitor de coloração escura de fritura também produziram clones de coloração clara, indicando que para obtenção de clones de coloração clara é necessário no cruzamento ao menos a utilização de um genitor de coloração clara.

Associações fracas entre coloração de fritura e caracteres de produção, aparência e ciclo indicam que estes caracteres podem ser selecionados simultaneamente.

O estudo sobre parâmetros genéticos para os caracteres textura de película e coloração de fritura sugere que para geração de populações superiores de película lisa e coloração clara de fritura, é necessária a inclusão de um genitor de película lisa e pelo menos um genitor de coloração clara, confirmando o estudo anterior.

Estimativas de variância genética e herdabilidade apresentaram valores médios para textura de película, com ganhos genéticos consideráveis, enquanto que para coloração de fritura os valores estimados de herdabilidade foram baixos, influenciados pela alta variância ambiental. A fraca associação entre textura de película e coloração de fritura indica que estes caracteres podem ser melhorados simultaneamente. Considerando que os dados deste trabalho foram obtidos de apenas um ano de avaliação, os resultados não devem ser tomados como definitivos, devendo o experimento ser repetido.

As informações obtidas nesta pesquisa são muito importantes na escolha de genitores para geração de populações superiores em relação à textura de película

de tubérculos e coloração de fritura, contribuindo para o aumento da eficiência dos programas de melhoramento genético de batata. O conhecimento de parâmetros genéticos destes dois caracteres e de associações entre os mesmos e com outros caracteres constituem subsídios para a definição de esquemas de seleção.

Apesar do avanço no conhecimento obtido nesta pesquisa para o melhoramento genético de coloração de fritura e textura de película, seria conveniente continuar as avaliações referentes aos parâmetros genéticos e correlação entre os caracteres, visando confirmar as estimativas dos mesmos.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo, v.13, p.204-208, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA – ABBA. 2007. Disponível em: <[HTTP:\abbabatatabrasileira.com.br](http://abbabatatabrasileira.com.br)> Acesso em: 21 de dez, de 2009.
- CAMARGO FILHO, W.P. Produto Interno Bruto (PIB) da cadeia produtiva da batata. **Batata Show**, Itapetininga, ano 1, n.2, p.22, 2001.
- CUNNINGHAM, C.E.; STEVENSON, F.J. Inheritance of factors affecting potato chip color and their association with specific gravity. **American Potato Journal**, Orono, v.40, p.253-265, 1963.
- DAVIES, H.V.; VIOLA, R. Regulation of sugar accumulation in stored potato tubers. **Postharvest News and Information**, v.3, p.97-100, 1992.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **ProdSTAT: Crops**, 2006. Disponível em <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em: 18 de nov de 2008.
- FILGUEIRA, F.A.R. Novo manual e olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2 ed. São Paulo: UFV, 2003.
- HOWARD, H.W. The production of new varieties. In: HARRIS, P.M. (Ed.) **The potato crop**. The scientific basis for improvement. London: Chapman e Hall, 1978. P.607-646.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2009. Disponível em: <[http:\www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br)>. Acesso em: 21 de dez. de 2009.
- LEPRE, A.L.; PINTO, C.A.B.P.; NEDER, D.G.; Componentes de aparência de tubérculos de clones de batata e suas correlações. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 4., 2006. **Anais...** São Lourenço: UFLA, 2007. CD-Rom.
- LOVE, S.L. Important characteristics in breeding processing potatoes. In: WORLD POTATO CONGRESS, 2000. **Proceedings...** Amsterdam: Wageningen Pres, 2000. p.261-266.
- MALLOZZI, P. Batata; alimento para milhões. **Agroquímica Ciba-geigy**, São Paulo, n. 20, p 4-7, 1983.
- MELO, P.E.; BUSO, J.A.; LOPES, C.A. Rede Melhor Batata: foi dado o primeiro passo! **Batata Show**, Itapetininga, ano 6, n.16, p.7-8, 2006.
- MENÉNDES, C.M.; RITTER, E.; SCHÄFER-PREGL, R. *et al.* Cold sweetening on diploid potato: Mapping quantitative trait loci and candidate genes. **Genetics**, v.162, p.1425-1434, 2002.

NGUYEN, H.T.; SLEPER, D.A. Theory and application of half-sib matings in forage breeding. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.64, p.187-196, 1983.

PEREIRA, A S; COSTA, D. M. da. Qualidade e estabilidade de 'chips' de batata. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.1, p.62-65, 1997.

PEREIRA AS; DANIELS J. (eds.) O cultivo da batata na região sul do Brasil. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica/Embrapa Clima Temperado**. 567p. 2003.

PEREIRA, A. da S.; FRITSCH NETO, R.; SILVA, R. da S. Genótipos de batata com baixo teor de açúcares redutores. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, p.220-223, 2007.

PINELI, L.L.O. et al. Caracterização química e física de batatas 'Agata' minimamente processadas, embaladas sob diferentes atmosferas modificadas ativas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.10, p. 1035-1041, 2005.

TALBURT, W.F.; SCHWIMMER, S.; BURR, H.K. Structure and chemical composition of the potato tuber. In: TALBURT, W.F.; SMITH. O. (Ed.) **Potato processing**. Westport: The AVI Publishing, 1975. p. 11-42.

TAI, G.C.C. A method to construct confidence interval for expected response to multi-trait selection. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.1, p.595-599, 1986

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, p.419-434, 1984.

SILVA, G.O.; PEREIRA, A. da S.; Souza, V.Q. de; CARVALHO, F.I.F.; VIEIRA, E.A. Qualidade de película de famílias clonais de batata. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.3, p.563-568, 2008.

SHYMAYAMA, N. A cadeia produtiva da batata no Brasil. IX Reunião Técnica de Pesquisa e Extensão da Cultura da Batata da Região Sul. **Anais...** Santa Maria, 9, RS, 25 e 26 de julho de 2006. 159 p.

ZORZELLA, C.A.; VENDRUSCOLO, J.L.S.; TREPTOW, R.O.; ALMEIDA, T.L. Caracterização física, química e sensorial de genótipos de batata processados na forma de chips. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.6, p.15-24, 2003.