

**HÍBRIDOS INTERESPECÍFICOS DE BATATA
COM DIFERENTES PROPORÇÕES DO
GENOMA DE ESPÉCIES EXÓTICAS**

EDUARDO DE SOUZA LAMBERT

2001

EDUARDO DE SOUZA LAMBERT

**HÍBRIDOS INTERESPECÍFICOS DE BATATA COM DIFERENTES
PROPORÇÕES DO GENOMA DE ESPÉCIES EXÓTICAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. César Augusto Brasil Pereira Pinto

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2001

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Lambert, Eduardo de Souza

Híbridos interespecíficos de batata com diferentes proporções do genoma de espécies exóticas / Eduardo de Souza Lambert. -- Lavras : UFLA, 2001.

90 p. : il.

Orientador: César Augusto Brasil Pereira Pinto.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Batata. 2. Seleção de clone. 3. *Solanum tuberosum*. 4. *Solanum tuberosum* ssp. *andigena*. 5. *Solanum chacoense*. 6. *Solanum phureja*. 7. Híbrido interespecífico. 8. Melhoramento genético vegetal. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.213

EDUARDO DE SOUZA LAMBERT

**HÍBRIDOS INTERESPECÍFICOS DE BATATA COM DIFERENTES
PROPORÇÕES DO GENOMA DE ESPÉCIES EXÓTICAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do título de “Mestre”

APROVADA em 02 de março de 2001

Pof. Márcio Henrique Pereira Barbosa

UFV

Prof. Wilson Roberto Maluf

UFLA

Prof. César Augusto Brasil Pereira Pinto

UFLA

(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL**

Dedico este trabalho a meus pais

**Em homenagem a meus avós,
exemplos de humildade e luta para toda a vida**

**De um novo mundo eu sou
e o mundo novo será mais claro
mas é no velho que eu procuro
o jeito mais sábio de usar
a força que o sol me dá
Canto o que eu quero viver
é o sol
somos crianças ao sol
a aprender a viver e sonhar
e o sonho é belo
pois tudo ainda faremos
nada está no lugar
tudo está por pensar
tudo está por criar
(M. Nascimento/F. Brant)**

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida e o saber!

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao professor César Brasil, pela orientação, incentivo e ensinamentos transmitidos com grande amizade e paciência.

À Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores Magno Antônio Patto Ramalho, João Bosco dos Santos, Lisete Chamma Davide, Wilson Roberto Maluf, Ângela de Fátima B. Abreu e Samuel Pereira de Carvalho, pela importância em minha formação profissional e amizade demonstrada.

Aos funcionários do Departamento de Biologia, Raimundo Ferreira de Resende e Francisco Naves dos Santos e aos funcionários da EPAMIG, pelo auxílio na colheita e condução dos experimentos.

Aos “batateiros”: Sílvia, Ricardo, Alexandre, Maria Cristina, Juliana, Cassiano, Geovani, Carlos e Samuel, pela ajuda nos experimentos e pela amizade.

Aos “ex-batateiros” e amigos: Pedro, Ceará, João Cândido, Oneida e Prof. Márcio Henrique pela importante contribuição em minha iniciação científica.

Aos funcionários e todos os alunos do Departamento, pela amizade e pelos bons momentos de convivência. Aos colegas e amigos do GEN, pelas ajudas e troca de experiências.

Aos companheiros de República: Pedro, Vanderlei, Alex e João Luís, pela amizade, apoio e convivência.

Aos amigos que sempre me acompanharam: Itamar, Reinaldo, Cíntia, Ariana, Marcelo Malta, Maria Gabriela, Ronildo, Marcos Aurélio, Áurea e família, Luciene e família.

A meus pais e meus irmãos, que sempre me apoiaram em todos os sentidos, incentivando-me. A meus avós e todos familiares, minhas cunhadas e cunhado, pela amizade, carinho, apoio e compreensão. Aos meus sobrinhos Gabriel, Lucas, João Pedro, Camila e Cíntia, que mesmo distantes, deixam a vida e o trabalho mais alegre.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para o êxito deste trabalho, meu muitíssimo obrigado!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1. Origem e domesticação da batata.....	3
2.2 Classificação botânica.....	5
2.3 Relação da base genética com o melhoramento.....	5
2.4. Utilização de germoplasma exótico no melhoramento da batata.....	9
2.4.1 Aspectos gerais.....	9
2.4.2 Histórico.....	10
2.4.3 Estratégias utilizadas.....	12
2.4.3.1 Resultados obtidos com a poliploidização sexual unilateral.....	21
2.4.3.2 Resultados obtidos com a poliploidização sexual bilateral.....	24
2.4.4 Escolha de genitores nos programas	25
2.4.5 Programas de melhoramento da batata no Brasil.....	26
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1 Material.....	30
3.2 Detalhes Experimentais.....	32
3.3 Características avaliadas.....	33
3.4 Análises genético-estatísticas.....	34
3.4.1 Análise de variância do experimento de Maria da Fé.....	34
3.4.2 Análise de variância do experimento de famílias em Lavras.....	35
3.4.3 Análise de variância do experimento de clones em Lavras.....	36

3.4.4 Teste de médias.....	37
3.4.5 Estimativa de parâmetros genéticos.....	37
3.5 Correlação de Pearson.....	39
3.6 Seleção dos clones.....	40
3.6.1 Índices de seleção.....	40
3.6.2 Ganhos esperados com a seleção.....	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1 Experimento de Maria da Fé.....	41
4.2 Avaliação de famílias em Lavras.....	49
4.3 Avaliação de clones em Lavras.....	57
4.4 Considerações gerais.....	75
5 CONCLUSÕES.....	78
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79

RESUMO

LAMBERT, Eduardo de Souza. **Híbridos interespecíficos de batata com diferentes proporções do genoma de espécies exóticas.** Lavras: UFLA, 2001. 90p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)*

O uso de germoplasmas divergentes tem grande importância para ampliar a base genética, possibilitar a exploração da heterose e evitar a vulnerabilidade de uma cultura frente às adversidades ambientais. A batata *S. tuberosum* ssp. *tuberosum* possui grande abundância de espécies relacionadas, que podem ser facilmente cruzadas com os materiais cultivados. Estas espécies são importantes fontes de alelos desejáveis de resistência a patógenos e pragas, de tolerância a estresses abióticos e de qualidade de tubérculos, raramente encontrados em *S. tuberosum*. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de clones híbridos do Programa de Melhoramento da Batata da UFLA, resultantes do cruzamento entre cultivares de *S. tuberosum* com clones de *S. tuberosum* ssp. *andigena*, *S. chacoense* e *S. phureja*. Híbridos com diferentes proporções do genoma das espécies exóticas (50, 25 e 12,5%) foram comparados com clones de famílias oriundas do cruzamento somente entre cultivares de *S. tuberosum*. Foram obtidas 42 famílias clonais, avaliando-se inicialmente mais de 700 clones. Foram realizados três experimentos em duas localidades do sul de Minas Gerais, avaliando-se famílias e clones. De maneira geral, as famílias com maior porcentagem do genoma das espécies exóticas apresentaram menor produção de tubérculos, menor porcentagem de tubérculos graúdos e menor peso médio de tubérculos. A principal limitação dos híbridos com as espécies exóticas utilizadas foi a aparência de tubérculos, observando-se alta frequência de clones com tubérculos de aspecto indesejável. Apesar das famílias oriundas do cruzamento dentro de *S. tuberosum* também não apresentarem bom aspecto geral de tubérculos, quando comparadas à testemunha Monalisa, no geral apresentaram melhor uniformidade que as demais famílias. Foi possível selecionar clones oriundos de diferentes composições genômicas com alta produção, boa porcentagem de tubérculos graúdos, alto peso específico de tubérculos e boa aparência de tubérculos.

* Orientador: César Augusto Brasil Pereira Pinto – UFLA.

ABSTRACT

LAMBERT, Eduardo de Souza. Interspecific potato hybrids with different proportions of the exotic germplasm. Lavras: UFLA, 2001. 90p. (Master's Dissertation on Plant Genetics and Breeding)*

Use of divergent germplasm has great importance to enhance the genetic base, allow for the exploitation of heterosis and avoid vulnerability of crops to environmental constrains. Potato (*S. tuberosum* ssp. *tuberosum*) has a great abundance of related species which can be crossed easily with the cultivated species. These species are important sources of favorable alleles for pathogen and pest resistance, tolerance to abiotic stresses and tuber quality, which seldom found within *S. tuberosum* germplasm. This study aimed at evaluating the behavior of hybrid clones from *S. tuberosum* ssp. *tuberosum* crossed to *S. tuberosum* ssp. *andigena*, *S. chacoense*, and *S. phureja*. Hybrids with different proportions of the exotic species (50%, 25% e 12,5%) were compared with clones from crossings within *S. tuberosum*. Forty-two families and about 700 clones were obtained and evaluated in three experiments in two locations in southern Minas Gerais state, Brazil. In general, families with higher proportion of the exotic genome presented lower tuber yield, lower percentage of large tubers and lower tuber weight. The greatest limitation of the *S. tuberosum* exotic species hybrids was tuber appearance and a high frequency of clones with undesirable tuber aspect was observed. Although the families from crosses within *S. tuberosum* did not show up with good general tuber appearance as compared to the check cultivar Monalisa, they were more uniform than other families. It was possible to select clones from different genomic compositions with high tuber yield, high percentage of large tubers, high tuber specific gravity and good appearance.

* Adviser Professor: César Augusto Brasil Pereira Pinto – UFLA.

O desenvolvimento de populações adaptadas às condições tropicais, entre estas as temperaturas elevadas e a alta população de patógenos e pragas, requer a utilização de uma base genética mais ampla. Além disso, a demanda por cultivares com alta qualidade de tubérculos exige que se utilizem, nos programas de melhoramento, fontes que possuam alelos que confirmam esta característica.

O programa de melhoramento genético da batata da UFLA vem realizando trabalhos no sentido do aumento da diversidade de germoplasma, utilizando algumas espécies exóticas. Com o propósito de dar prosseguimento aos trabalhos já desenvolvidos no programa, realizou-se este trabalho. O objetivo foi avaliar o comportamento de clones híbridos resultantes do cruzamento entre cultivares de *S. tuberosum* com clones de *S. tuberosum* ssp. *andigena*, *S. chacoense* e *S. phureja*. Híbridos com diferentes proporções do genoma das espécies exóticas (50, 25 e 12,5%) foram comparados com clones de famílias oriundas do cruzamento somente entre cultivares de *S. tuberosum*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Origem e Domesticação da Batata

O centro de origem da batata estende-se do sul do Peru ao norte da Bolívia (Hawkes, 1994) e os centros de diversidade encontram-se na América do Sul e no México (Ross, 1963).

Três principais estádios de evolução, que proporcionaram o aparecimento da batata moderna, são reconhecidos: (1) a domesticação de espécies selvagens tuberíferas diplóides na América do Sul há cerca de 7000 anos; (2) a emergência de formas tetraplóides cultivadas neste continente e sua introdução na Europa; (3) a transformação de plantas tetraplóides, inicialmente de importância apenas como curiosidade botânica, em uma importante cultura como fonte básica de alimento, adaptada às condições de dias longos do Norte da Europa no final do século XVIII e sua dispersão para outras partes do mundo. Por todos estes estádios, naturalmente ocorreram variações genéticas, as quais surgiram através de mutações e recombinações sexuais, aliadas à seleção humana consciente ou inconsciente, juntamente com a seleção natural nesses novos ambientes (Bradshaw e Mackay, 1994).

Algumas espécies ainda encontradas no Peru e Bolívia estão envolvidas no processo evolutivo. A espécie diplóide *S. stenotomum* é considerada a mais primitiva, sendo derivada de *S. leptophyes* ou, possivelmente, *S. cananense*. Evidências indicam que o cruzamento entre *S. stenotomum* e *S. sparsipilum* produziu a espécie tetraplóide *S. tuberosum* ssp. *andigena*, através de gametas não reduzidos ou por gametas haplóides, com subsequente duplicação cromossômica do híbrido. Porém, pela complexidade dos estudos, muitos

questionamentos são feitos sobre a origem da *ssp. andigena* (Hawkes, 1994). Esta espécie tem sido considerada o ancestral direto de *Solanum tuberosum ssp. tuberosum*, principal espécie cultivada.

As primeiras plantas introduzidas na Europa constituíam-se das formas andinas tetraplóides (*Solanum tuberosum ssp. andigena*), as quais necessitaram de grande período de seleção para adaptação. Aparentemente ocorreram duas importantes introduções, uma inicialmente na Espanha, em 1570, e outra na Inglaterra, em 1590. É importante notar que as primeiras batatas introduzidas eram adaptadas para tuberização em condições de dias curtos nos Andes, com cerca de 12 horas de luz, e no norte do continente europeu encontraram fotoperíodo variando de 16 a 18 horas no verão (Hawkes, 1994).

Furumoto (1993) apresenta ampla revisão sobre os aspectos da domesticação da cultura, em que cita a importância de um grupo chileno, adaptado a fotoperíodos mais longos, na constituição do tipo atualmente cultivado, principalmente por introduções após a epidemia da requeima na Europa. Baseando-se em estudos morfológicos, das análises de DNA mitocondrial e do cloroplasto das subespécies *tuberosum* e *andigena*, Grun (1990) apresenta evidências que permitem a afirmação de que a batata cultivada representa uma importação direta de formas chilenas pré-existentes de *S. tuberosum ssp. tuberosum*. Hosaka e Hanneman (1988), também realizando análises de DNA em vários acessos das subespécies *tuberosum* e *andigena*, encontraram cinco cultivares norte americanas e uma européia possuindo um mesmo tipo de DNA do cloroplasto de materiais da *ssp. tuberosum* do Chile.

2.2 Classificação Botânica

A diversidade encontrada no gênero *Solanum* é enorme, com cerca de 216 espécies tuberíferas, sendo encontradas aquelas adaptadas às altas altitudes dos Andes até as que crescem em condições desérticas. A maioria das espécies apresenta um genoma básico comum ($x = 12$), que varia pouco em estrutura, e o nível de ploidia estende-se do diplóide ($2n=2x=24$) ao hexaplóide ($2n=6x=72$), com cerca de 70% de espécies diplóides (Peloquin e Ortiz, 1992).

Para facilitar o entendimento da evolução e das relações entre as espécies, elas são classificadas em algumas divisões, propostas por vários autores (Hawkes, 1994). O subgênero *Potatoe* é subdividido em seções, como a *Petota* (ou *Tuberarium*), que engloba 19 séries. Dentro dessas séries, destacam-se algumas por apresentarem espécies tuberíferas não cultivadas e com participação significativa no melhoramento genético: *Etuberosa* (*S. etuberosum*), *Bulbocastana* (*S. bulbocastanum*), *Commersoniana* (*S. chacoense*, *S. commersonii*), *Acaulia* (*S. acaule*), *Demissa* (*S. demissum*), *Longipedicellata* (*S. stoloniferum*) e *Tuberosa* (*S. berthaultii*, *S. bukasovii*, *S. gourlayi*, *S. kurtzianum*, *S. microdontum*, *S. sparsipilum*, *S. spegazzinii*, *S. vernei* e *S. verrucosum*). Na série *Tuberosa* ocorrem ainda sete espécies cultivadas: as diplóides *S. x ajanhuiri*, *S. goniogalyx*, *S. phureja*, *S. stenotomum*; as triplóides *S. x chaucha*, *S. x juzepczukii*; a pentaplóide *S. x curtilobum*; as tetraplóides *S. tuberosum* ssp. *andigena* e *S. tuberosum* ssp. *tuberosum*.

2.3 Relação entre Base Genética e Melhoramento

A batata apresenta uma estreita base genética, uma vez que poucos genótipos foram introduzidos na Europa, devido às grandes perdas de tubérculos

provocadas por podridões durante as viagens nos porões dos navios que saíam da América. Adicionalmente, houve forte seleção para adaptação ao fotoperíodo e, ainda, a devastação causada pela epidemia da requeima (*Phytophthora infestans*) no século XIX (Mendoza, 1989). Estudos mostram que a maioria das cultivares dos EUA e da Europa é intimamente relacionada, com reduzido número de genitores envolvidos na genealogia das mesmas (Mendoza e Haynes, 1974b; Glendinning, 1985, citado por Mendoza, 1989).

Apesar dos esforços de muitos melhoristas em desenvolver novas cultivares de batata, o potencial genético para produção nos EUA não aumentou muito durante o século XX (Douches et al., 1996) e, comparativamente a outras culturas, obteve-se pouco sucesso (Bradshaw e Mackay, 1994). A produtividade tem aumentado muito mais devido ao aperfeiçoamento das práticas culturais e a mudanças das áreas de produção do que propriamente ao melhoramento (Furumoto, 1993). Vários autores atribuem à estreita base genética a causa primária dos baixos ganhos em produtividade observados (Plaisted e Hoopes, 1989; Furumoto, Plaisted e Ewing, 1991). Os métodos empíricos e conservadores utilizados pelos programas de melhoramento também são citados como causa destes baixos ganhos (Bradshaw e Mackay, 1994).

Quanto às características qualitativas, como a resistência às doenças e aparência de tubérculos, os programas de melhoramento têm obtido progressos (Furumoto, 1993). Talvez a dificuldade esteja em reunir, num único material, todas as características desejáveis de qualidade com as agrônômicas, principalmente produção e estabilidade. Segundo Ross (1986), mais de 50 características devem ser combinadas em uma cultivar.

A diversidade do germoplasma tem grande importância visando ampliar a base genética, evitando a vulnerabilidade de uma cultura frente às adversidades ambientais e possibilitando a exploração da heterose. Alguns dados sobre o

incremento em produtividade em diversas culturas, nos últimos 30 anos, mostram que algumas culturas, como o sorgo e o milho, apresentaram altos ganhos, em parte, devido à diversidade genética do germoplasma utilizado no melhoramento (Gepts, 1998). A análise molecular dos principais híbridos de milho dos EUA, que envolvem basicamente dois grupos distintos de populações, mostra que esta planta é altamente polimórfica, podendo ser esta uma das causas dos altos ganhos obtidos com a cultura (Helentjaris et al. 1985, citado por Gepts, 1998). O sorgo nos EUA se beneficiou muito, juntamente com a utilização de cultivares híbridas, da utilização de germoplasma exótico em meados dos anos 60 (Maunder, 1992).

O termo germoplasma exótico aqui tratado inclui toda fonte de materiais não adaptados, seja de espécies selvagens ou cultivadas. A utilização deste pode ser vista de duas maneiras pelos melhoristas: a introgressão ou a incorporação de genes (Peloquin et al., 1989, citado por Ortiz, 1998). A introgressão compreende a transferência para genótipos adaptados de um ou poucos alelos que controlam caracteres desejáveis. Já a incorporação consiste em um programa de maior escala para o desenvolvimento de populações adaptadas visando à ampliação da base genética.

Por outro lado, alguns questionamentos são feitos sobre a importância desse germoplasma. Exemplos na literatura, em que apenas o germoplasma elite permite ganhos satisfatórios, como no caso da cevada, são comuns. A importância de materiais não adaptados seria, principalmente, a de fornecer alelos de resistência a patógenos e pragas (Rasmusson e Phillips, 1997). Os mesmos autores discutem essa questão da diversidade, evidenciando que a epistasia é mais importante do que comumente aceita e que novas fontes de variação, como a amplificação gênica e os elementos de transposição, têm grande contribuição para o aumento da variabilidade. Também baseiam-se nos trabalhos clássicos de longo tempo, como o da Universidade de Illinois com a modificação do teor de óleo e

proteína em milho, em que mesmo após muitos ciclos de seleção, ganhos são obtidos. Em estudo com populações de soja, com diferentes porcentagens de materiais introduzidos e submetidas a três ciclos de seleção recorrente, ganhos significativos para produção foram encontrados apenas para aquelas oriundas de cultivares e linhagens experimentais adaptadas (Ininda et al., 1996).

Sabe-se que apenas uma baixa porcentagem de germoplasma não adaptado a uma região é permitida nas cultivares comerciais, uma vez que essas devem apresentar um mínimo de caracteres indesejáveis, não perdendo as características vantajosas dos materiais adaptados, conseguidas durante longo período. A porcentagem de germoplasma exótico aceitável em linhagens de milho, por exemplo, varia com os genótipos e com a situação de adaptação do material a uma determinada área. Nas regiões subtropicais, linhagens obtidas através do cruzamento de germoplasma temperado x tropical podem ser utilizadas sem a necessidade de retrocruzamentos (Maunder, 1992). No Brasil, resultados promissores foram obtidos quando houve incorporação de 6,25% ou 12,5% de genes exóticos em milho (Santos, Pollak e Pacheco, 2000). Sugere-se que 3 a 12,5% do genoma exótico são níveis aceitáveis para os cereais, permitindo progressos a curto prazo (Frey et al., 1983, citado por Maunder, 1992). Ressalta-se que este nível depende da interação entre os materiais, o que não apresenta uma relação constante, da espécie utilizada e do tamanho da população após os retrocruzamentos para seleção de genótipos desejáveis.

O uso de germoplasma exótico é bastante complexo, envolvendo várias estratégias, bem como paciência do melhorista, pois os ganhos são obtidos a longo prazo. Plaisted e Hoopes (1989) discutem a importância do envolvimento dos órgãos governamentais com esse tipo de pesquisa, uma vez que não há perspectivas de utilização de materiais exóticos pelos programas de empresas

privadas e os esforços com a utilização da engenharia genética estão ainda no sentido da transferência de um ou poucos genes.

2.4 Utilização do germoplasma exótico no melhoramento da Batata

2.4.1 Aspectos Gerais

A importância do uso de germoplasma exótico no melhoramento da batata é demonstrada pela quantidade de trabalhos publicados sobre o assunto no exterior, sendo exemplo de cultura em que a abundância de espécies relacionadas podem ser facilmente incorporadas aos materiais cultivados (Peloquin et al., 1989).

As espécies selvagens ou cultivadas relacionadas com *S. tuberosum* são importantes fontes de alelos desejáveis de resistência a patógenos e pragas, raramente encontrados em *S. tuberosum*. Além dessas características, muitas espécies possuem alelos para melhoramento de características agrônômicas, qualidade de tubérculos e tolerância a estresses abióticos. Dados sobre as espécies, bem como a análise genética da variabilidade do germoplasma disponível, são encontradas facilmente na literatura (Hanneman Jr., 1989; Mendoza, 1989; Birhman e Kang, 1993; Hermsen, 1994; Ortiz, Iwanaga e Peloquin, 1994; Spooner e Bamberg, 1994; Hawkes, 1997; Ortiz, 1998). Por outro lado, as espécies exóticas apresentam muitas características indesejáveis, como o ciclo tardio da ssp. *andigena*; estolões compridos, produção de tubérculos pequenos, com longo período de dormência e de má aparência de *S. chacoense* e a macho esterilidade de alguns híbridos quando se utiliza *S. phureja* (Ortiz, 1998). Algumas possuem altos níveis de glicoalcalóides nos tubérculos, que causam sabor amargo e podem ser tóxicos ao homem (Sanford et al., 1995). Porém, com

a variabilidade encontrada, pode-se selecionar clones com quantidades aceitáveis e o retrocruzamento com *tuberosum* reduz significativamente estes níveis, recomendando-se o monitoramento nos programas de melhoramento (Sanford et al., 1995; Ortiz, 1998).

2.4.2 Histórico

Uma das primeiras espécies utilizadas no melhoramento de *S. tuberosum* ssp. *tuberosum* foi *S. demissum*, como fonte de alelos de resistência à *Phytophthora infestans*, após a epidemia da requeima na Europa, e principalmente depois do estabelecimento dos primeiros bancos de germoplasma em 1920 (Plaisted e Hoopes, 1989). Em 1948, iniciou-se, nos Estados Unidos, um projeto de intensificação de trabalhos para introdução de materiais da América do Sul e do México, promovendo-se a organização de expedições de coleta e a catalogação, manutenção e distribuição de acessos dos bancos de germoplasma. Esses trabalhos contribuíram para o aumento do uso de espécies exóticas no melhoramento da batata (Hanneman Jr., 1989).

Os trabalhos de Simmonds, que se iniciaram em 1959, na Inglaterra, e os de Plaisted, em 1963, nos EUA, foram importantes no que diz respeito ao aumento da diversidade genética e não apenas da utilização de alguns poucos genes (Furumoto, 1993). Nesse sentido, Simmonds (1964) propôs a recriação da ssp. *tuberosum* através da adaptação da ssp. *andigena* aos dias longos, através da seleção massal. Somente depois de adaptados estes materiais seriam cruzados com *S. tuberosum*. Os genótipos selecionados e adaptados de *andigena* foram denominados de neo-*tuberosum*. Estes trabalhos mostraram-se promissores e incentivaram outros pesquisadores a trabalharem com a espécie.

O emprego de materiais diplóides no melhoramento teve impulso no início dos anos 60. Um esquema analítico foi inicialmente proposto por Chase, em 1963, pelo qual o tetraplóide seria convertido em diplóide (dihaplóide), sendo o processo seletivo realizado nesse nível de ploidia (Ortiz, 1998). Com a descoberta de que os dihaplóides cruzam-se prontamente com outras espécies de *Solanum*, promoveu-se a utilização de muitas espécies diplóides no melhoramento da batata (Hougas e Peloquin, 1958, citados por Cunha, Pinto e Davide, 1994; Ortiz, 1998).

Atualmente, os trabalhos de melhoramento com espécies exóticas são realizados principalmente pelo CIP (Centro Internacional da Batata - Peru), e também nos programas de Melhoramento da América do Norte e Europa. Nesses dois continentes, cerca de 80% das cultivares modernas lançadas apresentam em sua genealogia pelo menos uma das espécies relacionadas ao gênero *Solanum*, especialmente *demissum*, *andigena*, *acaule*, *chacoense*, *vernei*, *stoloniferum* e *spgazzinii*, empregadas principalmente como fonte de alelos de resistência a viroses, à *Phytophthora* e a nematóides (Ortiz, 1998; Hermsen, 1994). Exemplos de algumas cultivares são a Krantz, Atlantic, Conestoga e Rosa (Plaisted e Hoopes, 1989). As duas primeiras possuem genealogia complexa, sendo 'Atlantic' muito utilizada no Brasil pela indústria de processamento. 'Rosa' é um híbrido obtido diretamente do cruzamento entre as subespécies *tuberosum* e *andigena*. Contudo, admite-se que relativamente poucas espécies são utilizadas, apesar da imensa variabilidade disponível, e que poucos caracteres são explorados na obtenção de cultivares (Ross, 1986; Plaisted e Hoopes, 1989).

2.4.3 Estratégias Utilizadas

Duas estratégias têm sido sugeridas para a utilização de germoplasma exótico na cultura da batata. Uma delas consiste no emprego do germoplasma da *ssp. andigena*, que apresenta a mesma ploidia ($2n=4x=48$) e cruza-se com facilidade com as cultivares tetraplóides (Furumoto, 1993). Plantas desse grupo são bastante vigorosas, tuberizam em fotoperíodos curtos (inferior a 12h de luz) e produzem tubérculos com formato irregular e olhos profundos (Ross, 1986). Uma outra estratégia é a utilização de espécies diplóides ($2n=2x=24$) cultivadas ou selvagens (Peloquin, 1983). Entre essas, cita-se a espécie *S. phureja*, cultivada em alguns países da América do Sul e cujas plantas produzem tubérculos com alto conteúdo de matéria seca e alto teor de proteínas (Ruttencutter, Haynes e Moll, 1979). Ela tem sido utilizada como fonte de resistência a algumas doenças e pragas, porém, quando cruzada com dihaplóides de *S. tuberosum*, quase todos os híbridos F_1 são macho estéreis (Ortiz, Iwanaga e Peloquin, 1994). A fertilidade dos híbridos é importante para que possam ser realizados futuros retrocruzamentos com *S. tuberosum* ou o intercruzamento para melhoramento da população. Outra espécie bastante utilizada e que não apresenta este problema é a espécie *S. chacoense*, que possui importantes características, como o alto teor de matéria seca de tubérculos, resistência a pragas e doenças, tolerância a frio e à seca e boa produção de gametas não reduzidos ($2n$) (Hawkes, 1958, citado por Andrade et al., 1998).

A incorporação de espécies diplóides pode ser realizada por maneiras convencionais, através da hibridação artificial, utilizando-se gametas $2n$, ou pela fusão de protoplastos, manipulações citológicas, cultura de embriões e, ainda, pela utilização de recursos da genética molecular e da engenharia genética, quando os cruzamentos são de difícil realização (Hermsen, 1994; Ortiz, 1998).

Para o entendimento e aplicação das estratégias, é necessário o conhecimento dos mecanismos envolvidos, como a produção de gametas $2n$, a habilidade de cruzamento entre as espécies, o significado da diversidade alélica para tetraplóides e o papel do melhoramento de populações e dos retrocruzamentos.

Para a viabilização da hibridação, a espécie tetraplóide deve ter sua ploidia reduzida ao nível diplóide, transformando-se em um dihaplóide ou haplóide ($2n=2x=24$). Isto é facilmente conseguido através de indutores partenogénéticos, geralmente clones de *S. phureja*. A indução e frequência de produção de dihaplóides depende do genótipo materno e da fonte de pólen (Hutten et al., 1994). Os indutores de dihaplóides apresentam alta frequência de grãos de pólen com dois núcleos reprodutivos fundidos, resultantes de uma endomitose no tubo polínico. Os núcleos fundidos, com 24 cromossomos, fertilizam os dois núcleos polares do saco embrionário e possibilitam a formação de um endosperma normal, que garante o desenvolvimento partenogénético da oosfera, resultando em um indivíduo dihaplóide (Montelongo-Escobedo e Rowe, 1969, citados por Pinto, 1999). Os dihaplóides podem ser obtidos também via cultura de anteras e são facilmente identificados por marcadores fenotípicos ou pela contagem direta dos cromossomos de células da ponta de raízes. A diferenciação entre diplóides e tetraplóides pode ser também feita rapidamente através da contagem do número de estômatos por unidade de área (Vila et al., 1997).

Em seguida, o dihaplóide é cruzado com a espécie diplóide gerando híbridos também diplóides, que são retrocruzados com *S. tuberosum*, restabelecendo a tetraploidia, através da formação de gametas não reduzidos pelo genitor diplóide. Este constitui o esquema analítico-sintético proposto por Chase, e como foi dito, baseia-se no melhoramento no nível diplóide (fase analítica), teoricamente bastante eficiente pela herança mais simples que a tetrassômica,

com a reunião dos materiais melhorados para restabelecimento da tetraploidia (fase sintética).

Em batata, o nível $4x$ é preferido ao $2x$, pois há melhor performance das famílias tetraplóides em relação às diplóides (Maris, 1990). Teoricamente, os híbridos tetraplóides possuem a vantagem de exceder o seu nível de interação intralocos, uma vez que diferentes alelos são introduzidos via gametas $2n$ (preservação da heterozigose e interações epistáticas presentes no material diplóide).

A heterose em poliplóides é mais complexa que em diplóides, sendo importantes as interações intra e interlocos (Mendoza & Haynes, 1974a). O máximo de heterose dar-se-ia pela presença de quatro alelos diferentes nos tetraplóides, entretanto, há evidências de um possível limiar heterótico, além do qual mais heterozigose não necessariamente resultaria em maior vigor ou maior produção (Sanford e Hanneman Jr., 1982). A máxima heterozigose parece ser mais importante para a produção de tubérculos em cruzamentos entre genitores adaptados (Bonierbale, Plaisted e Tanksley, 1993).

Contudo, considerando que a variância genética não-aditiva para produção é muito importante, as técnicas de manipulação da ploidia podem apresentar resultados satisfatórios (Peloquin e Ortiz, 1992). Dependendo do modo de formação dos gametas não reduzidos, eles passam cerca de 80% da heterozigose à descendência. A transmissão de grande quantidade de heterozigose pelo híbrido diplóide é extremamente significativa no melhoramento, uma vez que tanto interações alélicas como gênicas são importantes para determinar a produção e estabilidade em diferentes ambientes (Peloquin e Ortiz, 1992).

A formação de gametas não reduzidos ($2n$) está relacionada com anormalidades pré-meióticas, meióticas e pós-meióticas. Três mecanismos principais de formação de pólen $2n$ têm sido descritos em batatas diplóides (Mok

e Peloquin, 1975). O principal e o mais frequente deles é o fuso paralelo, controlado pelo alelo recessivo do gene *ps* (*parallel spindles*), que faz com que na metáfase II, as fibras do fuso sejam paralelas. O resultado do fuso paralelo, após a clivagem na telófase II, é a formação de dois micrósporos $2n$, em vez dos quatro micrósporos n . Os outros dois mecanismos são controlados por dois genes não alélicos, que causam a citocinese prematura (*pc₁* e *pc₂*), formando micrósporos não reduzidos devido à omissão da segunda divisão meiótica após a telófase I (*pc₁*) ou após a prófase II (*pc₂*) (Mok e Peloquin 1975). Porém, a frequência de formação de pólen $2n$ é muito influenciada por fatores ambientais e genéticos, apresentando expressividade variável e penetrância incompleta (Ortiz, 1998). Em termos genéticos, o mecanismo de fusos paralelos é equivalente à restituição da primeira divisão meiótica (*first division restitution* - FDR) (Mok e Peloquin, 1975). O mecanismo predominante de formação de óvulos $2n$ é a omissão da segunda divisão meiótica, controlada por um mutante recessivo (*os*), o qual é equivalente à restituição da segunda divisão meiótica ('second division restitution' - SDR) (Werner e Peloquin, 1989, citados por Ortiz, 1998). Os gametas $2n$ FDR transmitem, em média 80%, da heterozigosidade e de larga fração da epistasia presentes nos materiais híbridos diplóides para a descendência e os gametas SDR, cerca de 40% da heterozigosidade (Peloquin e Ortiz, 1992).

A transmissão de características desejáveis através dos gametas $2n$ pode ser feita através da poliploidização sexual unilateral ou poliploidização sexual bilateral. A primeira pode ser dada pelos cruzamentos $4x \times 2x$, com a necessidade da formação de pólen $2n$ pelo genitor masculino, e $2x \times 4x$, requerendo-se, para esse último, a formação de óvulos $2n$ pelo genitor feminino. A poliploidização sexual bilateral se dá pelos cruzamentos $2x \times 2x$, com necessidade de formação de pólen e óvulos $2n$ (Mendiburu e Peloquin, 1977; Peloquin e Ortiz, 1992).

As progênies tetraplóides resultantes de cruzamentos envolvendo genitores com formação de gametas não reduzidos são quase que exclusivamente recuperadas a partir de cruzamentos $4x \times 2x$, uma vez que a maior parte dos embriões triplóides não sobrevive após a polinização. Isto se dá pela diferença em EBN (*endosperm balance number*) entre espécies diplóides e a batata cultivada (Jonhston et al., 1980). A hipótese do EBN foi estabelecida para interpretar, explicar e prever a capacidade de cruzamentos interespecíficos entre genótipos com diferentes níveis de ploidia no gênero *Solanum*, sendo mais importante do que o número de cromossomos envolvidos nos cruzamentos (Peloquin e Ortiz, 1992). Considera-se que o desenvolvimento normal do endosperma ocorre quando seu EBN é composto por 2 EBN da fêmea e 1 EBN do macho. O EBN de uma espécie é um número padrão (valor arbitrário) atribuído ao seu endosperma. Para outras espécies, são atribuídos EBN's com base no comportamento em cruzamentos com a espécie-padrão. Em um cruzamento de uma planta tetraplóide (4EBN), utilizada como fêmea, e uma espécie diplóide (2EBN), utilizada como macho e que produz gametas normais (n), não haverá o desenvolvimento normal do embrião, pois os dois núcleos polares terão 4 EBN's (2+2) e os núcleos reprodutivos do grão de pólen terão 1 EBN cada um, resultando na proporção de 4EBN's (feminino): 1EBN (masculino) no endosperma, conforme apresentado por Pinto (1999). Portanto, não há formação de indivíduos triplóides, que seriam esperados pela união de gametas n (masculino) e $2n$ (feminino). Isso ocorre pois não há diferenciação normal do endosperma, resultando em aborto da semente. Se o indivíduo diplóide do cruzamento anterior formar gametas não reduzidos ($2n$), então a relação esperada será de 4EBN's (feminino) : 2EBN's (núcleos reprodutivos diplóides), com a razão no endosperma de 2 fêmea : 1 macho. Nesse caso, há formação normal do embrião $4x$ e de sementes, resultado da união de

gametas $2n$ (não reduzidos do masculino) e $2n$ (“normais” do genitor feminino) (Peloquin e Ortiz, 1992).

Os efeitos maternos podem ser importantes nos cruzamentos interespecíficos, influenciando na escolha da direção dos cruzamentos. Alguns cruzamentos recíprocos mostram certa vantagem do citoplasma de *S. tuberosum* em relação às espécies exóticas. Com a utilização da *ssp. andigena* (Hoopes, Plaisted e Cubillos, 1980) e de *S. phureja* (Hilali, Lauer e Veilleux, 1987), foi encontrada maior produção de tubérculos (maior número e maior peso médio) quando *S. tuberosum* era usada como genitor feminino. Tam e Tai (1977) não encontraram diferenças consistentes utilizando os recíprocos com *andigena*. O efeito da direção dos cruzamentos $4x \times 2x$ (tetraplóide como fêmea) ou $2x \times 4x$ (diplóide como fêmea) foi comentado por Kidane-Mariam e Peloquin (1974). Os resultados indicaram que algumas progênies $4x \times 2x$ produziram mais do que os recíprocos. Porém, o efeito parece ser devido mais ao modo de formação de gametas não reduzidos do que ao efeito do citoplasma. Híbridos tetraplóides oriundos de cruzamentos $4x \times 2x$, derivados de gametas $2n$ (FDR) do genitor masculino, foram mais produtivos do que seus recíprocos $2x \times 4x$, obtidos por óvulos $2n$ formados pelo mecanismo SDR. Para maturidade e cor de chips não houve diferença entre os recíprocos (Hutten et al., 1994).

Os métodos para incorporação de germoplasma exótico em *S. tuberosum* devem ser eficientes para utilização das características desejáveis que essas espécies possuem, permitindo que bons clones possam ser selecionados nas populações híbridas (Jacobsen e Jansky, 1989). Uma técnica que tem sido praticada é o melhoramento de populações exóticas para adaptação às condições em que o material será utilizado, para depois proceder a hibridação com a espécie cultivada (Furumoto, Plaisted e Ewing, 1991). Essa pré-seleção pode reduzir o

número de acessos originais durante os ciclos seletivos, resultando em perda de diversidade.

Um outro método é a hibridação diretamente com *S. tuberosum*, realizando-se a seleção posterior para adaptação nas populações híbridas. A vantagem desse último método é a melhor performance média nos ciclos iniciais, facilitando a seleção e a possibilidade de manutenção de uma maior variabilidade, comparada à técnica da pré-seleção (Furumoto, Plaisted e Ewing, 1991). Jacobsen e Jansky (1989) mostraram que não houve diferença significativa entre famílias obtidas a partir de cruzamentos de *S. tuberosum* com clones selecionados e não selecionados de *S. chacoense* e outras espécies. Entretanto, Furumoto, Plaisted e Ewing (1991), trabalhando com as subespécies *andigena* e *tuberosum*, mostraram que a técnica da pré-seleção foi bastante eficiente, resultando em híbridos mais produtivos. A seleção recorrente, realizada diretamente na população híbrida de *tuberosum* com materiais da ssp. *andigena* não adaptados, foi menos eficiente após dois ciclos de seleção, comparada à pré-seleção. Ambas as técnicas melhoraram a habilidade para produção da população inicial não adaptada.

A seleção para adaptação de materiais da ssp. *andigena* a dias longos tem grande importância, promovendo a melhor tuberização e a redução da macho-esterilidade, frequentemente encontrada na subespécie (Vilaró, Plaisted e Hoopes, 1989). O aumento da porcentagem de tuberização, do peso médio e tamanho de tubérculos foi obtido com seis ciclos de seleção recorrente fenotípica (Rasco Jr, Plaisted e Ewing; 1980). Munoz e Plaisted (1981) obtiveram melhoramento da população *per se* e para capacidade de combinação com *S. tuberosum*. Os híbridos obtidos com a população do ciclo mais avançado sobressaíram-se em relação às progênies de *S. tuberosum* x *S. tuberosum* quanto ao número de tubérculos, produção total e produção de tubérculos graúdos. Tam e Tai (1977)

ênfâtizaram a importância da seleção para adaptação de *ssp. andigena* para obtenção de heterose em cruzamentos com *S. tuberosum*.

Diversos trabalhos têm demonstrado que o cruzamento entre os grupos *tuberosum* e *andigena* originam progênies que apresentam grande heterose, com alto vigor e produtividade (Cubillos e Plaisted, 1976; Munoz e Plaisted, 1981; Tam e Tai, 1977; Hoopes, Plaisted e Cubillos, 1980). Híbridos inter-grupos produziram, em média, 15% a mais que híbridos intra *tuberosum* (Cubillos e Plaisted, 1976). A melhor performance dos híbridos parece ocorrer em função da combinação do alto número de tubérculos de *andigena* com a produção de tubérculos maiores de *tuberosum*. Tam e Tai (1977) encontraram híbridos intergrupos que produziram 8,9 a 32,9% a mais do que populações de *S. tuberosum*, apresentando também maior estabilidade.

O comportamento de progênies obtidas a partir do cruzamento $4x \times 2x$ tem sido bastante estudado, evidenciando também a importância da seleção para adaptação. Mchale e Lauer (1981a) mostraram que alelos indesejáveis de *S. phureja* eram passados para os híbridos com dihaplóides de *S. tuberosum*, fazendo com que produzissem tubérculos de pequeno tamanho. Os autores sugeriram a seleção recorrente fenotípica para melhorar esta característica em *S. phureja*, uma vez que apresenta alta herdabilidade, para posteriormente explorar os clones melhorados em cruzamentos com *S. tuberosum*. De Jong e Tai (1977) também chegaram a essa conclusão, observando que a heterose nos híbridos de cruzamentos $4x-2x$ não garantia alta produção de tubérculos comerciáveis. Mendiburu, Peloquin e Mok (1974) ênfâtizaram a seleção e adaptação de *S. chacoense*, para posterior hibridação com *S. tuberosum*. Os autores observaram que a seleção para estolões curtos e ciclo precoce nas famílias híbridas provocou perda da heterozigose inicial. Os híbridos selecionados produziram gametas não reduzidos com baixa heterozigosidade.

Os critérios para seleção das espécies exóticas devem incluir a resistência a patógenos e doenças, a formação de tubérculos graúdos e a boa produção de pólen 2n, para facilitar as posteriores hibridações (Bani-Aameur, Lauer e Veilleux, 1993). Os autores relataram que clones tolerantes ao calor e à *Alternaria* foram obtidos por Haynes (1972) a partir da seleção massal em *S. stenotomum* e *S. phureja*, sendo posteriormente utilizados com sucesso por outros pesquisadores.

Deve-se considerar que nem sempre se obtém progresso com a seleção para adaptação, principalmente em algumas espécies não cultivadas. Nesse caso, pode-se usar clones adaptados de *S. phureja* ou da ssp. *andigena*, quando disponíveis nos programas, para melhoramento da espécie selvagem. Bani-Aameur, Lauer e Veilleux (1993) utilizaram clones adaptados de *S. phureja* para melhoramento de *S. chacoense* e obtiveram híbridos bastante vigorosos, férteis e com boa média de produção. A vantagem dessa metodologia é que a população melhorada continua divergente de *S. tuberosum*, com possibilidade de exploração da heterose nos cruzamentos futuros com esta última espécie.

Quando se observam características indesejáveis nos híbridos, os retrocruzamentos podem ser utilizados com o objetivo de diminuição da porcentagem do genoma da espécie não adaptada. Em batata, esse método é diferente daquele normalmente empregado em outras culturas, consistindo na utilização de cultivares distintas como progenitores recorrentes, com a finalidade de evitar a endogamia (Ross, 1986). Dessa maneira, o retrocruzamento é com a espécie *S. tuberosum*, reduzindo em 50% a porcentagem do genoma da espécie exótica a cada retrocruzamento. Em híbridos de *S. chacoense* x *S. tuberosum* apenas dois retrocruzamentos foram eficientes para redução do nível de glicoalcalóides em tubérculos a níveis aceitáveis para consumo, equivalentes ao encontrado nos genitores recorrentes de *S. tuberosum* (Sanford et al., 1995).

Também constatou-se, nesse trabalho, o aumento do tamanho de tubérculos com o retrocruzamento.

Em alguns casos, uma proporção de 25% do genoma da espécie exótica permite a obtenção de híbridos promissores (Buso, Boiteux e Peloquin, 1999a). Thill e Peloquin (1995) encontraram clones de famílias com 25% de germoplasma de *S. tarijense*, com boa qualidade para fritura e mais produtivos que a cultivar Atlantic.

Por outro lado, poucos retrocruzamentos podem não apresentar resultados satisfatórios. A resistência a *Empoasca fabae* em híbridos com *S. chacoense* não foi alterada com dois retrocruzamentos com *S. tuberosum*, porém a produção de tubérculos ainda mostrou-se baixa em relação à cultivar testemunha utilizada (Sanford e Ladd, 1992). Clones híbridos com *S. chacoense* e *S. acaule* foram produtivos somente após aproximadamente quatro gerações de retrocruzamentos com *S. tuberosum* (Plaisted e Hoopes, 1989). Alta frequência de clones precoces, com produção aceitável, alto peso específico de tubérculos e com boa coloração de “chips” foi observada em populações híbridas com as espécies *S. sparsipilum*, *S. berthaultii* e *S. bukasovii* (Serquén e Peloquin, 1996). Nesse mesmo estudo, os clones apresentaram coloração e formato de tubérculos adequados para comercialização. Segundo os autores, estes caracteres não são um problema para o melhoramento, pois possuem herança simples, mas é importante fixá-los na população para evitar retrocruzamentos adicionais, que demandam tempo e recursos.

2.4.3.1 Resultados obtidos com a poliploidização sexual unilateral

O potencial de híbridos obtidos através dos cruzamentos $4x \times 2x$ tem sido demonstrado há algum tempo (Mendiburu e Peloquin, 1977; De Jong e Tai, 1977,

1980 e 1991). A produção de tubérculos de progênes híbridas tetraplóides do cruzamento $4x \times 2x$, na maioria das vezes, excede aquela encontrada em famílias provenientes do intercruzamento entre cultivares tetraplóides (Darmo e Peloquin, 1991; Ortiz et al., 1991a; Peloquin e Ortiz, 1992). A boa performance destas famílias é o reflexo do aumento da diversidade alélica pela utilização dos gametas não reduzidos das espécies diplóides (Yerk e Peloquin, 1990).

Resultados satisfatórios foram obtidos com várias espécies, como *S. berthaultii*, *S. tarijense*, *S. bukasovii* e *S. sparsipilum* (Darmo e Peloquin, 1991; Serquén e Peloquin, 1996). Progênes $4x \times 2x$ combinando a alta produtividade com boa aparência de tubérculos foi relatada utilizando *S. chacoense* (Buso, Boiteux e Peloquin, 1999a). A estabilidade de produção em vários ambientes também foi encontrada utilizando várias espécies diplóides, e observou-se também, além da alta produtividade, o alto conteúdo de matéria seca nos tubérculos (Ortiz, Iwanaga e Peloquin, 1994). Com a espécie *S. phureja*, foi igualmente possível associar, em algumas famílias híbridas, o alto conteúdo de matéria seca e produtividade (Buso, Boiteux e Peloquin, 2000).

Yerk e Peloquin (1990) verificaram que famílias $4x \times 2x$, obtidas com as espécies diplóides *S. bukasovii*, *S. gourlayi*, *S. multidissectum*, *S. vernei* e *S. verrucosum*, apresentaram produtividade tão boa ou melhor do que famílias tetraplóides de *S. tuberosum*. Porém, quando a cultivar brasileira Chiquita, não adaptada às condições em que o estudo foi realizado, era o genitor tetraplóide, as famílias híbridas não apresentaram boa performance. Os autores afirmaram que os benefícios da heterozigose máxima foram anulados pela falta de adaptação do germoplasma utilizado. Outros autores também sugeriram, como explicação para o baixo desempenho de clones de famílias $4x \times 2x$, a alta porcentagem de genoma não adaptado e o fato de que a heterose nem sempre pode ser útil pela produção de tubérculos de pequenos tamanhos (Bani-Aameur et al., 1991).

Híbridos com composição genômica complexa são relatados na literatura. Veilleux, Paz e Levy (1997) obtiveram híbridos envolvendo cruzamentos a partir de seis espécies (*S. tuberosum*, *S. andigena*, *S. phureja*, *S. berthaultii*, *S. chacoense* e *S. microdontum*). Cada híbrido nesse trabalho continha genoma de quatro espécies diferentes e todos apresentavam *S. tuberosum* em sua composição. Os híbridos exibiram boa tuberização sob condições de estresse, em altas temperaturas, apresentando elevado número e peso de tubérculos. Porém, alto nível de glicoalcalóides foi encontrado nesses híbridos, sendo necessário a realização de retrocruzamentos com *S. tuberosum*.

Aspectos negativos frequentemente são encontrados em progênies $4x \times 2x$. A maturação tardia dos híbridos foi observada quando foram utilizadas nos cruzamentos com os dihaplóides de *S. tuberosum*, as espécies *S. phureja* e *S. chacoense* (Buso, Boiteux e Peloquin, 1999c). Chips de cor escura foram encontrados por Darmo e Peloquin (1991) utilizando *S. berthaultii* e *S. tarijense*. Utilizando *S. chacoense*, Morais e Pinto (1996) encontraram híbridos com estolões bastante compridos. De Jong e Tai (1977), utilizando *S. phureja*, encontraram baixa produção de tubérculos comerciáveis dos híbridos em relação às cultivares tetraplóides. Porém, indivíduos combinando alta produção e maior porcentagem de tubérculos comerciáveis foram encontrados nesse trabalho, indicando que o método pode ser promissor.

Uma grande vantagem do método $4x \times 2x$ é a obtenção de clones heteróticos, combinando outras características desejáveis a partir de um pequeno número de *seedlings* (Buso, Boiteux e Peloquin, 1999b). Nesse trabalho, os autores encontraram uma alta porcentagem de clones selecionados, proporcionalmente maior do que as taxas usualmente relatadas em cruzamentos convencionais entre cultivares tetraplóides de *S. tuberosum*. Ortiz et al. (1991b) indicaram que poucas repetições e localidades são requeridas para avaliar as

progênies 4x x 2x em relação às 4x x 4x, e que a seleção para várias características foi mais eficiente nas primeiras. Geralmente as progênies 4x x 2x apresentam alta estabilidade e também são bastante uniformes, principalmente aquelas obtidas através dos gametas 2n FDR, que não apresentam segregação.

Para as características qualitativas, o método 4x x 2x tem proporcionado ainda mais sucesso pela transferência da resistência a vários patógenos aos materiais cultivados, a partir de clones que produzem gametas 2n FDR. O CIP, através de melhoramento de populações, obteve mais de 100 clones com resistência a nematóides, *Phytophthora infestans*, *Alternaria solani*, *Streptomyces scabies*, *Ralstonia solanacearum*, PVY, PVX e PLRV, que estão disponíveis aos melhoristas de todo o mundo. Alguns materiais oriundos de cruzamentos 4x x 2x possuem importantes características, como “DTO-2”, “DTO-28” e “DTO- 33”, que são usados como cultivares altamente produtivas em países tropicais ou como genitores em programas de melhoramento (Peloquin e Ortiz, 1992).

2.4.3.2 Resultados obtidos com a poliploidização sexual bilateral

O método de poliploidização sexual bilateral é uma outra alternativa para os melhoristas, porém ambos genitores devem ser diplóides, o que, em alguns casos, é desvantajoso pelo baixo vigor dos clones genitores. Híbridos tetraplóides de cruzamentos de dihaplóides de *S. tuberosum* com *S. phureja* mostraram-se bastante vigorosos, apresentando maior produtividade do que os genitores (Mendiburu e Peloquin, 1977). Resultados semelhantes foram encontrados com o mesmo método, utilizando *S. chacoense* e *S. phureja* (Chujoy, 1987, citado por Peloquin e Ortiz, 1992). Famílias híbridas (2x x 2x) excederam a produção de quatro cultivares tetraplóides usadas como testemunhas em duas localidades,

além de apresentarem alto teor de matéria seca nos tubérculos (Werner e Peloquin, 1991b).

2.4.4 Escolha de genitores em programas de melhoramento

Em vista da enorme variabilidade encontrada no gênero *Solanum*, a escolha dos genitores nos programas de melhoramento é extremamente importante. As diferenças entre as espécies diplóides, em termos de valor como genitor para hibridação com *S. tuberosum*, devem ser avaliadas, porém levando-se em consideração as características peculiares de cada uma e os objetivos do programa. Diferenças significativas para produção de tubérculos não foram encontradas entre famílias oriundas de *S. chacoense* e *S. phureja*, ambas apresentando híbridos com *S. tuberosum* que superaram os genitores tetraplóides. Porém, em condições de estresse, as famílias de *S. chacoense* apresentaram uma performance um pouco melhor (Buso, Boiteux e Peloquin, 1999c).

As estimativas da capacidade geral (CGC) e específica de combinação (CEC) são ferramentas valiosas na escolha dos clones dihaplóides e diplóides a serem usados como genitores. Se a estimativa da capacidade geral de combinação for mais importante, poucos cruzamentos serão necessários para determinação do valor do genitor. Werner e Peloquin, (1991a) demonstraram que a performance de dihaplóides de *S. tuberosum* como genitores, baseada nos efeitos da capacidade geral de combinação, foram consistentes para várias características, porém, para a produção total, os efeitos da CEC foram altamente significativos, não havendo correlação entre a performance dos dihaplóides e sua descendência.

Para a escolha de clones diplóides das espécies exóticas, a avaliação de progênies de cruzamentos com um mesmo genótipo de *S. tuberosum* tem sido recomendada (Mchale e Lauer, 1981b; Buso, Boiteux e Peloquin, 1999a; Ortiz,

Iwanaga e Mendoza, 1988). A seleção baseada no fenótipo pode ser ineficiente para determinação dos melhores genitores, considerando ainda que tanto os efeitos da CGC como os da CEC podem ser significativos para produção de progênies $4x \times 2x$, como o encontrado em clones de *S. phureja* x *S. tuberosum* (McHale e Lauer, 1981a).

Um outro aspecto é a comparação entre o comportamento dos genitores diplóides e tetraplóides nos híbridos $4x \times 2x$. Nesse sentido, Hutten et al. (1996) estudaram a influência dos genitores para algumas características dos híbridos. Um grande efeito dos genitores tetraplóides, estimado a partir de um coeficiente de regressão, foi encontrado para maturidade de plantas, sendo que as progênies apresentavam comportamento em direção a estes genitores, quando erma tardios ou precoces. Porém, para a cor dos “chips” os efeitos de ambos os genitores foram equivalentes, sendo que as progênies mostraram tendência de escurecimento dos chips quando qualquer um dos genitores apresentava esta característica. Para produção e seus componentes, houve baixa correlação dos genitores com a descendência, confirmando a importância dos efeitos não aditivos dos genes para esta característica. Estes conhecimentos são importantes para estabelecimento dos critérios de seleção dos genitores para cada nível de ploidia.

2.4.5 Programas de Melhoramento da Batata no Brasil

Os trabalhos de melhoramento genético da batata no Brasil são relativamente recentes e iniciaram-se na década de quarenta, na Estação Experimental de Horticultura, no município do Rio Grande - RS, e no IAC, em Campinas - SP (Buso, 1990). Pode-se afirmar que poucos cruzamentos foram realizados em condições ambientais brasileiras, comparados aos programas de melhoramento de outros países.

A maior parte das hibridações nos programas de melhoramento do Brasil é realizada entre poucas cultivares européias de *S. tuberosum* muito próximas entre si e a utilização de germoplasma exótico é pouco documentada (Furumoto, 1993). Contudo, alguns relatos são encontrados, como em Ciudad (1980) e Ciudad, Miranda e Guedes (1980), que comentam sobre a importância dada para a diversidade de germoplasma no Programa da EMBRAPA/CNPq. Em trabalho de avaliação de clones obtidos pela EPAMIG/UFV, Duque (1983) apresenta a genealogia de materiais oriundos de cruzamentos com espécies exóticas. Alguns trabalhos básicos também são encontrados, como o estudo da resistência de *S. berthaultii* a insetos (Gamarra, 1996; Stein, 1998). Buso, Peloquin e Reifschneider (1987) avaliaram cruzamentos 4x x 2x em nossas condições, utilizando a espécie *S. phureja*. Os autores observaram famílias híbridas bastante uniformes, com maturidade, aparência de tubérculos e produção comercial similares à cultivar Bintje.

O Programa de Melhoramento Genético da Batata da UFLA há algum tempo vem realizando trabalhos com espécies exóticas, entre estas a ssp. *andigena*, *S. chacoense* e *S. phureja*.

Em 1992 o programa recebeu, da "Potato Introduction Station / Sturgeon Bay - Wisconsin", trinta populações distintas de *S. tuberosum* ssp. *andigena* designadas por aquela instituição de PI - "Plant Introduction". As sementes foram plantadas no mês de outubro (fotoperíodo crescente), sendo possível selecionar 44 clones das diferentes populações, os quais produziram tubérculos em condições de fotoperíodos encontradas na região sul de Minas Gerais. Alguns clones foram cruzados com cultivares adaptadas de *S. tuberosum*, obtendo-se sementes das populações híbridas. Em 1994, estas foram semeadas, observando-se baixa porcentagem de plantas com tuberação. Os clones híbridos que tuberezaram foram multiplicados e avaliados em três experimentos, nos anos de 97 e 98, sendo

possível a seleção de clones produtivos e com outras características agronômicas favoráveis.

Com relação à utilização da espécie *S. phureja*, alguns cruzamentos foram realizados com *S. tuberosum*, porém predominaram, entre os híbridos, clones poucos produtivos, com tubérculos de coloração indesejável e olhos profundos (Lambert e Pinto, 1996). Dentre estes, apenas dois clones apresentaram produção relativamente alta e boa aparência de tubérculos, observando-se alguns com alto teor de matéria seca.

Os estudos sobre a utilização de *S. chacoense* começaram com a introdução de clones híbridos com dihaplóides de *S. tuberosum*, provenientes também da Universidade de Wisconsin (E.U.A.). Os híbridos foram avaliados para caracteres agronômicos e verificação da produção e frequência de formação de pólen $2n$ (Cunha, 1992). De modo geral, os clones apresentaram bom vigor vegetativo e florescimento abundante, mas a produção de tubérculos foi muito baixa e as plantas apresentavam estolões muito compridos. Os clones variaram consideravelmente na produção de pólen $2n$, e para o retrocruzamento com *S. tuberosum* sugeriu-se a seleção contra estolões compridos.

Oliveira, Davide e Pinto (1995) avaliaram vinte e oito clones híbridos de dihaplóides de *Solanum tuberosum* x *S. chacoense* para estudo dos mecanismos de formação de pólen não reduzido e caracteres de florescimento. Dos mecanismos de formação de pólen $2n$, o de fusos paralelos, controlado pelo gene *ps*, foi o mais frequente. Além disso, houve atuação dos modos de formação FDR e SDR conjuntamente em 12 clones. Os autores selecionaram clones com florescimento abundante, alta frequência e viabilidade de pólen $2n$ para serem usados em retrocruzamentos com *S. tuberosum*.

Os híbridos originalmente obtidos por Cunha (1992) foram selecionados para alto vigor das plantas e baixa susceptibilidade a doenças foliares por duas

gerações em campo. Os clones selecionados, no total de 167, foram avaliados por Morais e Pinto (1996), que observaram ampla variação genética para várias características. Os autores encontraram uma produção relativamente alta de tubérculos e elevado peso específico dos mesmos, porém as plantas apresentaram tubérculos de pequeno tamanho, estolões compridos e maturação tardia. Foi possível a seleção de híbridos com alta produção de tubérculos e produção de pólen $2n$ acima de 5%. Para utilização de materiais diplóides em cruzamentos $4x \times 2x$, as taxas de produção de gametas não reduzidos consideradas adequadas são aquelas acima de 1% (Ortiz e Peloquin, 1992).

Clones oriundos do retrocruzamento de híbridos diplóides com cultivares de *S. tuberosum* foram testados e apresentaram tubérculos com coloração desejável de película e da polpa e alto teor de matéria seca (Andrade et al., 1998). Embora as plantas fossem muito vigorosas, apresentaram baixa produção, pequeno número de tubérculos e baixo peso médio de tubérculos.

Em todos esses trabalhos concluiu-se que a porcentagem do genoma da espécie exótica nos clones híbridos ainda parece ser muito elevada, conferindo aos mesmos falta de adaptabilidade. Dessa forma, sugeriu-se que novos cruzamentos fossem realizados com a espécie cultivada, visando a eliminação de alelos indesejáveis e permitindo que interações alélicas vantajosas possam ser expressas (Lambert e Pinto, 1996; Andrade et al, 1998; Nurmberg e Pinto, 1998).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

Avaliaram-se clones de 42 famílias envolvendo as espécies *S. tuberosum* ssp. *tuberosum*, ssp. *andigena*, *S. chacoense* e *S. phureja* (Tabela 1). Os cruzamentos foram realizados de modo a obterem-se híbridos com diferentes proporções do genoma de cada espécie.

Os materiais utilizados como genitores denominados de OMM são híbridos entre dihaplóides de *S. tuberosum* e *S. chacoense*, possuindo 50% do genoma de *S. tuberosum*; aqueles codificados como EOA são oriundos de cruzamentos de cultivares de *S. tuberosum* com híbridos de *S. tuberosum* x *S. chacoense*, apresentando 25% de *S. chacoense* e 75% de *S. tuberosum*; THP-71 é um híbrido tetraplóide entre *S. tuberosum* e *S. phureja*; os materiais designados de ESL são híbridos tetraplóides entre clones do grupo *andigena* com *S. tuberosum*. Os clones PI-229895 e PI-279291 são materiais do grupo *andigena* introduzidos. As cultivares de *S. tuberosum*, Aracy, Chiquita, Contenda, Itararé e Mantiqueira foram utilizadas pela adaptação às condições ambientais encontradas no sul de Minas Gerais, e Atlantic, Panda e Premiere pelo alto teor de matéria seca de tubérculos. O termo *bulk*, apresentado na Tabela 1, refere-se à mistura de pólen de clones EOA's, que foi utilizada para a polinização dos mesmos clones EOA's, mantendo-se a porcentagem de 75% do genoma de *S. tuberosum* nas famílias oriundas destes cruzamentos.

TABELA 1. Famílias clonais obtidas por cruzamento entre cultivares de *S. tuberosum* ssp. *tuberosum* com clones da ssp. *andigena* (adg), *S. chacoense* (chc) e *S. phureja* (phu).

Número da Família	Genealogia	Espécie exótica	% do genoma da sp	Número da Família	Genealogia	Espécie exótica	% do genoma da sp
42	PI-279291 x Chiquita	adg	50	11	EOA-31 x Premiere	chc	12,5
43	PI-229895 x Chiquita	adg	50	15	EOA-175 x Atlantic	chc	12,5
1	Atlantic x OMM-47	chc	25	16	EOA-02 x Atlantic	chc	12,5
2	Atlantic x OMM-91	chc	25	17	EOA-252 X Panda	chc	12,5
3	Delta x OMM-115	chc	25	19	EOA-31 x Atlantic	chc	12,5
6	EOA-252 x Bulk	chc	25	20	EOA-268 x Panda	chc	12,5
8	EOA-256 x Bulk	chc	25	22	EOA-264 x Panda	chc	12,5
10	Aracy x ESL-114	adg	25	25	EOA-269 x Atlantic	chc	12,5
12	Mantiqueira x ESL-52	adg	25	26	EOA-268 x Premiere	chc	12,5
13	Atlantic x ESL-101	adg	25	27	EOA-84 x Atlantic	chc	12,5
4	EOA-175 x Bulk	chc	25	28	EOA-134 x Premiere	chc	12,5
18	EOA-243 x Bulk	chc	25	21	Contenda x Chiquita	-	0
23	EOA-264 x Bulk	chc	25	29	Chiquita x Atlantic	-	0
24	EOA-268 x Bulk	chc	25	34	Panda x Chiquita	-	0
30	Aracy x ESL-101	adg	25	35	Chiquita x Aracy	-	0
31	Aracy x ESL-58	adg	25	36	Itararé x Atlantic	-	0
32	THP-71xAracy	phu	25	37	Panda x Aracy	-	0
33	EOA-02 x Premiere	chc	25	38	Panda x Atlantic	-	0
4	EOA-14 x Premiere	chc	12,5	39	Aracy x Atlantic	-	0
5	EOA-19 x Atlantic	chc	12,5	40	Aracy x Desireé	-	0
7	EOA-134 x Atlantic	chc	12,5	41	Mantiqueira x Panda	-	0
9	EOA-268 x Atlantic	chc	12,5				

Com exceção das cultivares de *S. tuberosum*, todos os demais materiais foram selecionados pelo Programa de Melhoramento da Batata da UFLA, apresentando características favoráveis, como o alto teor de matéria seca, principalmente aqueles oriundos de *S. chacoense*, além da boa produção de tubérculos. Apesar disso, alguns clones apresentam, ainda, características indesejáveis provenientes das espécies exóticas, como a produção de tubérculos de pequeno tamanho, estolões compridos, tubérculos com olhos profundos, coloração e formato indesejáveis.

3.2 Detalhes Experimentais

Foram realizados três experimentos, sendo o primeiro conduzido na safra das águas (novembro de 1999 a fevereiro de 2000), na Estação Experimental da EPAMIG, localizada em Maria da Fé, sul de Minas Gerais, situada a 1276 metros de altitude, 22° 18' S de latitude e 45° 23' W de longitude. Neste ensaio foram testados 900 clones de 33 famílias. O delineamento experimental empregado foi o de blocos aumentados (Federer, 1956), utilizando-se como testemunhas as cultivares Monalisa e Achat. Foram utilizados 30 blocos, cada um contendo 32 tratamentos, sendo 30 clones como tratamentos regulares e as duas testemunhas como tratamentos comuns. A parcela constituiu de uma linha de três plantas, no espaçamento 0,30m x 0,80m.

Os outros dois ensaios foram conduzidos na safra de inverno (junho a outubro de 2000), na área experimental do Departamento de Biologia - UFLA em Lavras, sul de Minas Gerais, localizada a 918,80 m de altitude, 21° 14'S de latitude e 40 17'W de longitude. Em um dos ensaios avaliaram-se 574 clones de 33 famílias, utilizando-se um látice 24 x 24, com duas repetições. Foram utilizadas como testemunhas as cultivares Achat e Monalisa e a parcela constituiu-se de uma linha com cinco plantas, no espaçamento de 0,30m x 0,80m. No outro ensaio, avaliaram-se 35 famílias clonais contendo diferentes porcentagens do genoma de *S. tuberosum*. O delineamento utilizado foi um látice 6 x 6, com três repetições, incluindo-se no experimento a cultivar Monalisa como testemunha. Cada família foi representada por uma amostra de 30 genótipos e a parcela constituiu-se de três linhas de 10 plantas, também no espaçamento 0,3m x 0,8m.

Em todos os experimentos, a adubação nos sulcos foi feita com a formulação 4-14-8 (N, P₂O₅, K₂O) na dosagem de 3,0 t/ha, aplicando-se na

ocasião do plantio, o inseticida de solo carbofuran. Na amontoa foi realizada uma adubação de cobertura com sulfato de amônio (300 kg/ha) e os tratos culturais foram os normalmente recomendados para a cultura comercial.

3.3 Características avaliadas

- ciclo vegetativo: número de dias da emergência à seca natural das ramas; considerou-se a data em que 50% das plantas da parcela estavam emergidas ou secas;

- número de hastes por planta: número total de hastes dividido pelo número de plantas da parcela;

- vigor da planta: nota dada por três avaliadores na escala de 1 (pouco vigorosa) a 5 (muito vigorosa);

- produção de tubérculos: produção total dividida pelo número de plantas da parcela (g/ planta);

- número total de tubérculos comerciáveis (diâmetro transversal maior que 33mm) por planta;

- porcentagem de tubérculos médios: produção de tubérculos com diâmetro transversal maior que 33 mm e menor que 45mm, dividida pela produção total;

- porcentagem de tubérculos graúdos: produção de tubérculos com diâmetro transversal maior que 45 mm, dividida pela produção total;

- peso médio de tubérculos graúdos: peso de tubérculos graúdos dividido pelo número de tubérculos graúdos;

- peso específico de tubérculos: determinado pela expressão $d = \frac{\text{Peso no ar}}{\text{Peso no ar} - \text{Peso na água}}$, obtidos em balança hidrostática;

- aparência externa de tubérculos (formato, coloração da película, profundidade de olhos, presença de defeitos fisiológicos): variando de 1 (tubérculos com má aparência) a 5 (tubérculos com ótima aparência);

3.4 Análises genético-estatísticas

3.4.1 Análise de Variância do ensaio de clones em Maria da Fé

Foram realizadas análises de variância para todos os caracteres avaliados, conforme o modelo estatístico para blocos aumentados (Federer, 1956):

$$Y_{ij} = \mu + t_i + t_{i(j)} + b_j + e_{j(i)}$$

em que:

Y_{ij} : é a observação do i -ésimo tratamento regular ou i' - étimo tratamento comum no j - étimo bloco;

μ : é o efeito fixo da média geral do ensaio;

t_i : é o efeito fixo do i - étimo tratamento comum ($i' = 1, 2$);

$t_{i(j)}$: é o efeito aleatório do i - étimo tratamento regular ($i = 1, 2, \dots, n$) dentro do j -étimo bloco;

b_j : é o efeito aleatório do j - étimo bloco incompleto ($j = 1, 2, \dots, 30$);

$e_{j(i)}$: é o efeito aleatório do erro experimental do i -ésimo tratamento regular ou i -ésimo tratamento comum dentro do j -étimo bloco assumindo-se que os erros são independentes e normalmente distribuídos com média zero e variância σ^2 .

As análises de variância foram realizadas usando o programa "MAPGEN" desenvolvido por Ferreira (1993). A recuperação da informação interblocos foi feita considerando a seguinte expressão, derivada por Ferreira

(1996), citado por Barbosa (1996), para estimar o erro efetivo após a análise intrablocos:

$$QME = \left[1 + \frac{1}{(r+c-1)} + \frac{r}{c(r+c-1)} + \frac{(r-2n) \sum_{k=1}^b n_k^2}{cn^2(r+c-1)} + \frac{b \sum_{k=1}^b n_k^2}{n^2(r+c-1)} \right] \cdot QME_{int}$$

em que:

QME: quadrado médio do erro efetivo;

r: número total de tratamentos regulares;

c: número total de tratamentos comuns;

n: número total de parcelas;

b: número de blocos do experimento;

n_k: número de parcelas em cada bloco (*k*=1,.....*b*)

QME int: quadrado médio do erro da análise intrablocos;

De posse das médias ajustadas obteve-se a soma de quadrados e novo quadrado médio para clones, sendo a esperança matemática equivalente a $\sigma^2 + \sigma^2_G$, em que σ^2 é a variância do erro efetivo e σ^2_G é a variância genética.

3.4.2 Análise de variância para o experimento de famílias em Lavras

Foi utilizado o seguinte modelo estatístico (Steel e Torrie, 1980):

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + r_j + b_{(k)j} + e_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} : é a observação referente à família *i* ou da testemunha no bloco *k* da repetição *j*;

- μ : é o efeito fixo da média geral do ensaio;
- t_i : é o efeito aleatório da família i, sendo ($i = 1, 2, \dots, 36$);
- r_j : é o efeito aleatório da repetição j, sendo ($j = 1, 2, 3$);
- $b_{k(j)}$: é o efeito aleatório do bloco incompleto k, na repetição j, sendo ($k = 1, 2, \dots, 6$);
- e_{ijk} : é o efeito aleatório do erro experimental da parcela que recebeu a família i no bloco k dentro da repetição j, assumindo-se que os erros são independentes e normalmente distribuídos com média zero e variância σ^2 .

3.4.3 Análise de Variância do ensaio de clones em Lavras

O modelo estatístico foi:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + r_j + b_{(k)j} + e_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} : é a observação referente ao clone i no bloco k dentro da repetição j;

μ : é o efeito fixo da média geral do ensaio;

t_i : é o efeito aleatório do clone i, sendo ($i = 1, 2, \dots, 576$);

r_j : é o efeito aleatório da repetição j, sendo ($j = 1, 2$);

$b_{k(j)}$: é o efeito aleatório do bloco k, na repetição j, sendo ($k = 1, 2, \dots, 24$);

e_{ijk} : é o efeito aleatório do erro experimental da parcela que recebeu o clone i no bloco k dentro da repetição j, assumindo-se que os erros são independentes e normalmente distribuídos com média zero e variância σ^2 .

Para as análises dos experimentos em látice foi utilizado o programa estatístico MSTAT-C.

3.4.4 Teste de médias

Para comparação entre as médias dos tratamentos foi utilizado para todos os experimentos o teste de Scott e Knott (1974), que permite a divisão dos tratamentos em grupos de médias estatisticamente diferentes entre si.

No experimento de Maria da Fé e no experimento de clones de Lavras, as famílias estavam representadas por diferentes números de clones. Desta maneira, para a comparação entre as médias obtidas para as características das famílias, o r (divisor de médias para o teste) utilizado foi a média harmônica do número de parcelas que deu origem às médias. No experimento de famílias de Lavras, foi realizado o agrupamento das famílias em grupos de acordo com a porcentagem do genoma de *S. tuberosum* ssp. *tuberosum*. Para comparação das médias dos grupos foi utilizada, como divisor de médias para o teste de Scott e Knott, a média harmônica do número de parcelas que deu origem às médias.

3.4.5 Estimativas de Parâmetros Genéticos

A partir das esperanças dos quadrados médios das análises de variância, foram estimadas as variâncias genéticas (σ^2_G) e fenotípicas (σ^2_F) para os caracteres avaliados nos experimentos de clones e de famílias, de acordo com o procedimento mostrado por Venkovsky e Barriga (1992). Foram estimadas as herdabilidades no sentido amplo, através da expressão:

$$h_a^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma^2 + \sigma_G^2} \cdot 100$$

em que:

σ_G^2 : é a variância genética;

σ^2 : é a variância residual;

Para as estimativas das herdabilidades, foram obtidos os intervalos de confiança, conforme as expressões apresentadas por Knap, Stoup e Ross (1985):

$$LI = 1 - [(Q_1/Q_2) \cdot F_{(1-\alpha/2)}]^{-1}$$

$$LS = 1 - [(Q_1/Q_2) \cdot F_{(\alpha/2)}]^{-1}$$

em que:

LS: limite superior de confiança;

LI: limite inferior de confiança;

F: valor tabelado da distribuição F de Snedecor a partir dos graus de liberdade gl_1 (tratamentos) e gl_2 (resíduo) e de α (nível de significância de 0,05);

Q_1 : quadrado médio de tratamentos;

Q_2 : quadrado médio do resíduo.

Foram também obtidos os coeficientes de variação genético e ambiental para as características, a partir das expressões:

$$CV_G (\%) = \frac{\sqrt{\sigma_G^2}}{m} \quad \text{e} \quad CV_e (\%) = \frac{\sqrt{\sigma^2}}{m}$$

em que:

CV_G : é o coeficiente de variação genético em porcentagem;

CV_e : é o coeficiente de variação ambiental em porcentagem;

m : é a média geral do ensaio para a característica considerada;

σ_G^2 : é a variância genética;

σ^2 : é a variância residual.

3.5 Correlação de Pearson

Foram realizadas as estimativas de correlações simples entre algumas características. O estimador do coeficiente de correlação entre duas características X e Y foi dado pela seguinte expressão:

$$r = \frac{C\hat{o}v(X,Y)}{\sqrt{\hat{V}(X)\hat{V}(Y)}}$$

em que:

$$C\hat{o}v(X,Y) = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})(X_i - \bar{X})}{n-1}$$

$$\hat{V}(X) = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}$$

$$\hat{V}(Y) = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}$$

Os coeficientes de correlação foram testados pela estatística t, para verificação da hipótese de nulidade ($H_0: \rho=0$), a partir da expressão (Cruz e Regazzi, 1997):

$$t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{n-2}$$

em que t está associado a $n-2$ graus de liberdade e um nível de significância α .

3.6 Seleção dos clones

3.6.1 Índices de seleção

Para auxílio da seleção de clones superiores, foi utilizado o índice com base na soma de postos (Mulamba e Mock, 1978). Esse índice consiste em classificar os materiais em relação a cada um dos caracteres, em ordem favorável ao melhoramento. As ordens referentes a cada caráter são somadas, resultando em uma medida tomada como índice para seleção dos materiais (Cruz e Regazzi, 1997).

Os ganhos de seleção esperados com o índice foram comparados aos ganhos esperados com base na seleção pelo método dos níveis independentes de eliminação. Esse último baseia-se no estabelecimento de níveis mínimos (ou máximos) para cada caráter, selecionando-se os indivíduos cujo desempenho esteja entre o desejado e o limite preestabelecido (Cruz e Regazzi, 1997).

3.6.2 Ganhos esperados com a seleção

Os ganhos esperados com a seleção foram obtidos pela expressão:

$$GS(\%) = \frac{ds \cdot h_a^2}{X_o} \cdot 100$$

em que:

GS : é o ganho esperado com a seleção para o caráter considerado;

ds : diferencial de seleção, obtido pela diferença entre a média do caráter dos clones selecionados e a média original da população (\overline{X}_o);

h_a^2 : herdabilidade no sentido amplo a nível de clones para o caráter considerado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento de Maria da Fé

Para todas as características avaliadas, os clones apresentaram diferenças significativas, evidenciando a existência de variabilidade genética. O resumo das análises de variância, em que foram testados 790 clones, é mostrado na Tabela 2. A análise não foi realizada para os 900 clones incluídos inicialmente no experimento, uma vez que muitos tratamentos regulares foram eliminados pela produção de tubérculos muito pequenos, com dificuldades de determinação dos pesos na balança hidrostática ou mesmo pela perda total da parcela no campo, devido, principalmente, à alta incidência de nematóides. Isso não representa um problema para o delineamento de blocos aumentados, para o qual não há restrições quanto ao tamanho dos blocos, podendo estes variar ao longo do experimento (Bearzoti, 1994).

TABELA 2. Resumo das análises de variância para as características produção por planta, número de tubérculos comerciáveis por planta, peso médio de tubérculos comerciáveis, porcentagem de tubérculos comerciáveis, peso específico de tubérculos e ciclo vegetativo. Maria da Fé, 1999- 2000.

FV	GL	Quadrado Médio					
		Produção (g/planta)	Número de tubérc./planta	% de tubérculos comerciáveis	Peso médio de tubérculos comerciáveis (g)	Peso específico de tubérculos	Ciclo (dias)
Clones	791	45245,44**	24,07**	546,64**	516,91**	$1,50 \times 10^{-4}$ **	105,30**
Famílias	32	206558,29**	121,18**	2876,87**	1850,99**	$7,09 \times 10^{-4}$ **	78,72**
Erro efetivo	29	19838,20	12,08	192,43	74,11	$0,29 \times 10^{-4}$	32,29
Média		350,00	8,60	73,00	44,00	1,0687	94,00
CV _e (%)		40,24	40,42	19,00	19,56	0,51	6,04
σ^2_G (Clones)		25407,21	11,98	354,21	442,80	$1,21 \times 10^{-4}$	73,01
h ² _a		0,56	0,50	0,65	0,86	0,80	0,69
IC ^a		0,30 a 0,75	0,19 a 0,72	0,43 a 0,80	0,77 a 0,92	0,68 a 0,89	0,51 a 0,83
CV _G		45,54	40,25	25,78	47,82	1,03	9,09
CV _G /CV _e		1,13	1,00	1,36	2,44	2,01	1,50
σ^2_G (Famílias)		186720,08	109,11	2684,45	1776,88	$7,01 \times 10^{-4}$	46,42
h ² _a		0,90	0,90	0,93	0,95	0,96	0,59
IC ^a		0,80 a 0,95	0,79 a 0,95	0,86 a 0,96	0,91 a 0,98	0,91 a 0,97	0,15 a 0,80
CV _G		123,46	121,45	70,97	95,80	2,44	7,25
CV _G /CV _e		3,07	3,01	3,74	4,89	4,78	1,20

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F; ^aIntervalo de confiança para as estimativas das herdabilidades.

Os coeficientes de variação ambiental situaram-se entre 0,51%, obtido para o peso específico de tubérculos, e 40,42%, para o número de tubérculos comerciáveis por planta (Tabela 2). Segundo Vermeer (1990), é comum encontrar na literatura valores de coeficientes de variação ambiental acima de 30% para a cultura da batata, principalmente para as características produção de tubérculos por planta, peso médio de tubérculos e número de tubérculos por planta. Nas fases iniciais dos programas de melhoramento, a baixa precisão experimental é mais notada, devido à pequena disponibilidade de batata-semente, impossibilitando a obtenção de um número adequado de repetições e tamanho da parcela, aliada à necessidade de avaliação de um grande número de clones (Brown, 1987). As diferenças de tamanho de tubérculos produzidos pelos *seedlings* também é um problema enfrentado pelos melhoristas, contribuindo para o aumento dos coeficientes de variação. Ressalta-se que neste experimento as parcelas constituíam-se de uma linha com apenas três plantas.

A média geral para todas as características avaliadas é apresentada também na Tabela 2. A média geral para produção foi baixa (350g/planta), com a maioria dos clones apresentando poucos ou mesmo ausência de tubérculos graúdos. Dessa maneira, a análise para as categorias de tubérculos foi feita somente para porcentagem de tubérculos comerciáveis (diâmetro transversal maior que 33 mm). Cerca de 20% da população de clones apresentaram média acima de 500 g/planta, sendo que alguns produziram mais de 1000g/planta, observando-se que a média das testemunhas foi de 542g/planta para Monalisa e de 364g/planta para Achat. A cultivar Achat apresentou baixa porcentagem de tubérculos comerciáveis, 59%, enquanto a Monalisa apresentou 87%.

O peso específico de tubérculos apresentou média geral relativamente baixa (1,0687) em relação aos valores desejados para qualidade de tubérculos, que, segundo Gould (1988), devem ser maiores que 1,080. O peso específico de

tubérculos é altamente correlacionado com o teor de matéria seca, sendo, portanto utilizado como indicador da qualidade de tubérculos para fritura. Para a indústria e para o consumo de mesa, os materiais com maior teor de matéria seca são desejáveis, pois absorvem menos gordura no processo de fritura. Assim, deseja-se o aumento do valor para esse caráter nas populações em programas de melhoramento. Esperavam-se valores mais altos, visto que a maioria dos clones originaram-se de cruzamentos entre genitores com alto conteúdo de matéria seca. Segundo Barbosa e Pinto (1998a), os efeitos aditivos dos genes são importantes para essa característica, havendo indícios de que o cruzamento com pelo menos um dos pais com alto peso específico de tubérculos pode gerar famílias com boas médias. As temperaturas mais altas observadas na safra das águas, associadas ao estresse provocado pela presença de nematóides, podem ter sido as causas da redução do peso específico. Os fatores ambientais afetam o peso específico de tubérculos e reduções significativas sob temperaturas elevadas foram observadas (Menezes e Pinto, 1995). Contudo, 45% da população apresentaram peso específico acima de 1,070, superior às médias das testemunhas Achat (1,0565) e Monalisa (1,0522).

Quanto à maturidade, observaram-se clones bastante precoces, com ciclo de 73 dias após a emergência, até aqueles mais tardios, com ciclo de 132 dias. A média das testemunhas foi de 92 dias para Monalisa e de 80 dias para Achat. Houve dificuldade para anotação das datas de emergência, que apresentava grande variação entre as parcelas, uma vez que os tubérculos-semente encontravam-se em diferentes estádios fisiológicos. Associada a este fator, a falta de vigor de muitos genótipos, levando-os a uma senescência mais precoce, pode levar a falsas conclusões sobre a maturidade dos clones.

As estimativas da herdabilidade no sentido amplo e dos coeficientes de variação genético são mostradas na Tabela 2. Alguns valores foram relativamente

altos, como aqueles encontrados para as características peso específico de tubérculos (0,80) e peso médio de tubérculos (0,86). Para a produção por planta, o valor estimado foi mais baixo (0,56). Contudo, as razões entre o coeficiente de variação genético (CV_G) e o coeficiente de variação ambiental (CV_e) foram todas maiores ou iguais a 1, sendo esta uma situação favorável à seleção dos clones, segundo Vencovsky e Barriga (1992).

Alguns clones destacaram-se entre os demais, apresentando valores de produção acima de 800g/planta, boa porcentagem de tubérculos comerciáveis e peso específico de tubérculos acima de 1,070. Notou-se que muitos desses clones apresentaram um elevado número de tubérculos comerciáveis por planta, quando comparados com as testemunhas, porém obtiveram baixo peso médio de tubérculos. Na Tabela 3 são mostradas as médias para algumas características dos clones que se sobressairam no experimento.

As médias ajustadas das características dos clones de uma mesma família foram somadas e calculadas as médias para cada família, mostradas na Tabela 4. As conclusões devem ser feitas com ressalvas, visto que as famílias e as espécies estavam representadas por números diferentes de clones. Além disso, conseguiu-se um pequeno número de clones para as famílias com 50% da *ssp. andigena*. e um único cruzamento envolvendo a espécie *S. phureja*. Também deve ser ressaltado que os retrocruzamentos para os híbridos entre *S. tuberosum* e *S. tuberosum ssp. andigena* foram realizados com cultivares diferentes de *S. tuberosum* empregadas para híbridos de *S. chacoense*.

Foram calculados os quadrados médios para as famílias, realizando-se o teste de F com o resíduo efetivo (Tabela 2). Algumas famílias apresentaram boa performance para produção, como a EOA-268 x Panda (12,5% chc), Contenda x Chiquita (100% tbr), Aracy x ESL-101, Atlantic x ESL-101, Aracy x ESL-58 e

TABELA 3. Médias dos melhores clones de cada família com boa performance e das testemunhas para produção por planta, número, porcentagem e peso médio de tubérculos comerciáveis, peso específico de tubérculos e ciclo vegetativo. Maria da Fé, 1999-2000.

Clone	Produção (g/planta)	% Tubérc. comerciáveis	Número de tubérculos comerc./planta	Peso médio de tubérculos comerciáveis (g)	Peso específico de tubérculos	Ciclo (dias)
3.29	707	100	11,3	60	1,0672	96
4.01	870	96	12,7	71	1,0860	101
7.06	1320	90	16,3	79	1,0844	94
8.18	811	71	16,1	53	1,0741	91
10.08	641	74	19,0	29	1,0664	80
10.17	745	92	19,6	33	1,0700	86
10.19	682	72	22,5	32	1,0767	91
11.28	753	92	12,6	59	1,0864	88
11.30	820	93	16,7	50	1,0751	91
12.19	711	100	10,6	63	1,0692	86
12.33	645	99	11,8	54	1,0732	93
13.18	670	93	14,6	43	1,0682	94
13.27	628	97	14,0	59	1,0845	91
16.01	807	100	11,3	71	1,0863	94
16.08	672	99	8,1	76	1,0733	117
16.21	907	100	17,9	51	1,0675	116
17.02	678	81	16,2	44	1,0712	88
17.30	699	72	16,7	39	1,0750	94
20.14	991	99	16,7	56	1,0836	96
20.21	770	72	19,6	36	1,0876	101
21.21	1278	72	22,8	59	1,0783	91
22.07	641	90	11,9	63	1,0753	101
22.08	728	96	10,3	71	1,0915	101
22.10	1236	81	16,6	69	1,0794	91
22.12	1070	86	25,3	41	1,0837	84
22.14	853	94	15,8	61	1,0748	89
25.11	836	80	13,4	68	1,0775	98
26.07	907	100	16,0	53	1,0779	96
27.10	1107	94	12,5	91	1,0745	96
30.01	853	98	16,6	47	1,0850	86
30.06	753	77	15,4	49	1,0718	88
31.09	857	89	18,9	40	1,0671	96
Monalisa	542	87	9,6	57	1,0522	93
Achut	364	59	11,7	31	1,0565	80

TABELA 4. Médias das famílias e das testemunhas para produção por planta, porcentagem, número e peso médio de tubérculos comerciáveis, peso específico de tubérculos e ciclo. Maria da Fé, 1999-2000.

Número da Família - Genealogia	% do genoma da espécie exótica ¹	Produção (g/planta)	% tubérc. comerciáveis	Nº de tubérc. comerciáveis/planta	Peso médio de tubérc. comerciáveis (g)	Peso específico de tubérculos	Ciclo (dias)
42- PI- 279291 x Chiquita	50 adg	228 d	64 c	6,4 d	34 e	1,0650 d	91 a
10- Aracy x ESL-114	25 adg	450 a	75 b	12,5 a	33 e	1,0644 d	91 a
13- Atlantic x ESL-101	25 adg	428 a	79 b	12,1 a	39 d	1,0722 b	92 a
12- Mantiqueira x ESL-52	25 adg	382 b	66 c	11,6 a	35 d	1,0553 e	93 a
31- Aracy x ESL-58	25 adg	449 a	81 b	10,8 a	40 d	1,0660 d	91 a
24- EOA-268 x Bulk	25 chc	328 c	67 c	10,1 b	28 e	1,0698 c	92 a
18- EOA-243 x Bulk	25 chc	276 c	63 c	9,2 b	32 e	1,0676 d	91 a
32- THP-71xAracy	25 phu	386 b	69 c	8,8 c	39 d	1,0675 d	96 a
30- Aracy x ESL-101	25 adg	488 a	86 a	8,5 c	48 c	1,0718 c	88 a
8- EOA-256 x Bulk	25 chc	309 c	63 c	7,6 c	35 d	1,0619 d	94 a
1- Atlantic x OMM-47	25 chc	309 c	78 b	7,4 c	44 c	1,0699 c	90 a
3- Delta x OMM-115	25 chc	299 c	78 b	7,2 c	39 d	1,0631 d	96 a
2- Atlantic x OMM-91	25 chc	349 b	83 b	6,6 d	45 c	1,0638 d	93 a
6- EOA-252 x Bulk	25 chc	219 d	59 d	6,1 d	32 e	1,0646 d	91 a
14- EOA-175 x Bulk	25 chc	174 d	55 d	5,9 d	29 e	1,0648 d	91 a
23- EOA-264 x Bulk	25 chc	188 d	58 d	5,9 d	33 e	1,0651 d	91 a
20- EOA-268 x Panda	12,5 chc	499 a	80 b	12,1 a	38 d	1,0814 a	97 a
26- EOA-268 x Premiere	12,5 chc	396 b	79 b	11,8 a	35 d	1,0729 b	91 a
22- EOA-264 x Panda	12,5 chc	413 b	87 a	11,0 a	45 c	1,0789 a	93 a
7- EOA-134 x Atlantic	12,5 chc	413 b	81 b	8,7 c	43 c	1,0676 d	92 a
15- EOA-175 x Atlantic	12,5 chc	285 c	90 a	8,7 c	35 d	1,0667 d	91 a
11- EOA-31 x Premiere	12,5 chc	419 b	89 a	8,2 c	50 b	1,0753 b	91 a
4- EOA-14 x Premiere	12,5 chc	307 c	80 b	7,8 c	39 d	1,0735 b	91 a
9- EOA-268 x Atlantic	12,5 chc	349 b	85 a	7,3 c	45 c	1,0733 b	90 a
16- EOA-02 x Atlantic	12,5 chc	332 c	93 a	7,0 d	51 b	1,0760 b	95 a
17- EOA-252 x Panda	12,5 chc	269 c	67 c	6,8 d	37 d	1,0741 b	93 a
5- EOA-19 x Atlantic	12,5 chc	398 b	88 a	6,3 d	50 b	1,0724 b	93 a
28- EOA-134 x Premiere	12,5 chc	244 d	74 b	6,1 d	38 d	1,0809 a	86 a
25- EOA-269 x Atlantic	12,5 chc	278 c	86 a	6,1 d	46 c	1,0698 c	94 a
27- EOA-84 x Atlantic	12,5 chc	290 c	91 a	5,8 d	54 a	1,0667 d	93 a
19- EOA-31 x Atlantic	12,5 chc	244 d	80 b	5,3 d	49 b	1,0732 b	91 a
21- Contenda x Chiquita	0	459 a	87 a	8,2 c	54 a	1,0614 d	91 a
29- Chiquita x Atlantic	0	355 b	78 b	7,3 c	47 c	1,0647 d	93 a
Monalisa		542 a	87 a	9,6 b	57 a	1,0522 f	93 a
Achat		364 b	59 d	11,7 a	31 d	1,0565 e	80 a

¹adg: *ssp andigena*, phu: *S. phureja* e chc: *S. chacoense*; médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott (P<0,05).

Aracy x ESL-114 (25% adg), que não diferiram estatisticamente da testemunha Monalisa. As famílias com pior performance foram PI-279291 x Chiquita (50% adg), EOA-252 x Bulk, EOA -264 x Bulk e EOA-175 x Bulk (25% chc), EOA-134 x Premiere e EOA-31 x Atlantic (12,5% chc). Houve tendência das famílias que possuem maior porcentagem de *S. tuberosum* apresentarem maior peso médio de tubérculos e maior porcentagem de tubérculos comerciáveis. As famílias 6, 14 e 23 (25% chc) e a família 42 (50% adg) apresentaram os valores mais baixos para produção por planta, peso médio de tubérculos e porcentagem de tubérculos comerciáveis. Os clones EOA (25% chc), que foram intercruzados e deram origem às famílias como a 6, 14 e 23, apresentaram baixa produção e peso médio de tubérculos em avaliações realizadas por Nurnberg e Pinto (1998) e Andrade et al. (1998). Geralmente, as espécies não adaptadas apresentam tubérculos de pequeno tamanho e, quando cruzadas com cultivares adaptadas, transmitem esta característica às progênies (Mchale e Lauer, 1981b; Ortiz et al., 1991a). Dessa maneira, é de se esperar que os materiais com maior porcentagem das espécies exóticas apresentem tubérculos de menor tamanho. As famílias 10, 12, 13, 20, 26 e 31, que apresentaram maior número de tubérculos comerciáveis por planta, apresentaram baixo peso médio de tubérculos.

Para o ciclo, as médias das famílias foram bastante próximas entre si, não sendo agrupadas distintamente pelo teste de Scott e Knott. Entre os clones mais tardios e mais precoces encontram-se aqueles oriundos de diferentes tipos de famílias, não havendo tendência de comportamento diferenciado das diferentes composições genômicas. Um grande número de clones da família PI- 279291 x Chiquita (50% adg) estava entre os mais tardios e as famílias mais tardias foram Delta x OMM-115 (25% chc), EOA-02 x Atlantic, EOA-268 x Panda (12,5% chc) e THP-71 x Aracy (25% phu).

Quanto ao peso específico, algumas famílias que possuem menor porcentagem do genoma das espécies exóticas (12,5%), oriundas de cruzamento com as cultivares Atlantic, Panda e Premiere, apresentaram as maiores médias para peso específico de tubérculos. Os clones genitores destas famílias apresentam, assim como as cultivares mencionadas, valores altos para a característica.

Verifica-se que os valores dos CV_G 's para as famílias foram bastante elevados, indicando ampla variabilidade genética entre estas. As estimativas das herdabilidades no sentido amplo foram mais altas do que as obtidas para os clones, indicando que a seleção entre as famílias pode ser promissora. Isso acontece pois a utilização de médias, ao invés de parcelas ou plantas individuais, promove uma diminuição da influência dos erros experimentais (Vencovsky e Barriga, 1992). Desta maneira, a seleção baseada nas médias das famílias, ao invés da realizada entre as parcelas dos clones, pode levar a uma melhor precisão para seleção. Porém, a seleção deve ser realizada com os dados de outros experimentos, principalmente para a seleção de clones, que é de maior interesse, realizando-se esta também para outras características, como a aparência de tubérculos.

4.2 Avaliação de famílias em Lavras

Neste experimento, exceto para produção de tubérculos por planta, houve diferenças significativas entre as famílias para todas as outras características avaliadas. Na Tabela 5 é mostrado o resumo das análises de variância para as características. A eficiência da análise em látice somente foi maior do que a de blocos ao acaso para as características porcentagem de tubérculos médios (diâmetro transversal maior que 33mm e menor que 45 mm) e porcentagem de

TABELA 5. Resumo das análises de variância para as características produção por planta, número de tubérculos por planta, porcentagem de tubérculos graúdos, peso médio de tubérculos graúdos, porcentagem de tubérculos médios, aparência de tubérculos, peso específico de tubérculos e ciclo vegetativo. Lavras, 2000.

Quadrado Médio									
FV	GL	Produção (g/planta)	Número de tubérculos/ planta	% de tubérculos graúdos	Peso médio de tubérculos graúdos (g)	% de tubércs. com diâmetro >33mm e < 45mm	Aparência de tubérculos	Peso específico de tubérculos	Ciclo (dias)
Famílias	35	39143,35 (0,0842)*	3,13 **	228,12 **	500,88 **	110,20 **	1,08 **	$0,9 \times 10^{-4}$ **	14,20 **
Resíduo	70	26548,09	1,54	51,50	163,55	27,50	0,21	$0,1 \times 10^{-4}$	7,42
Média		730,00	6,80	76,00	133,00	19,00	2,80	1,0785	89,00
CV (%)		22,35	18,45	9,68	9,67	26,32	16,32	0,32	3,01
σ^2_G		4198,41	0,53	58,87	112,44	27,56	0,28	$0,23 \times 10^{-4}$	2,26
σ^2_F		13047,78	1,04	76,04	166,96	36,73	0,35	$0,28 \times 10^{-4}$	4,73
h^2_a		0,32	0,51	0,77	0,67	0,75	0,80	0,83	0,47
IC ^a		-0,24 a 0,60	0,09 a 0,71	0,58 a 0,77	0,39 a 0,81	0,54 a 0,85	0,63 a 0,88	0,69 a 0,90	0,03 a 0,69
CV _G		8,88	10,73	10,10	7,97	27,63	19,18	0,45	1,69
CV _G /CV _o		0,40	0,58	1,04	0,82	1,05	1,18	1,41	0,56

* valor entre parênteses: nível de significância para o teste de F; **significativo a 1% de probabilidade; ^aIntervalo de confiança para as estimativas das herdabilidades.

tubérculos graúdos. Desta maneira, as análises para as outras características foram realizadas considerando a estrutura do delineamento em blocos ao acaso. Os coeficientes de variação foram menores do que no experimento de Maria da Fé, indicando melhor precisão experimental.

A Tabela 6 mostra as médias das famílias clonais e da testemunha para todos os caracteres. Apesar de não ter sido encontrada diferença significativa para produção de tubérculos por planta, comportamento semelhante ao do experimento de Maria da Fé foi observado. Algumas das famílias com maior porcentagem de genoma das espécies exóticas (PI-229895 x Chiquita, PI-279291 x Chiquita - 50% adg e EOA-264 x *bulk*, EOA-243 x *bulk*, EOA-256 x *bulk* - 25% chc) situaram-se entre as de menor produção. A média geral de produção (730g/planta) foi mais elevada que no experimento de Maria da Fé, resultado das melhores condições ambientais encontradas no inverno em Lavras. Várias famílias apresentaram, além da boa produção por planta, alta porcentagem de tubérculos graúdos.

Neste experimento, a média para número de tubérculos por planta foi menor do que em Maria da Fé, onde houve baixa produção e maior número de tubérculos de pequeno tamanho. Foram observadas algumas famílias com alto número de tubérculos e alta porcentagem de tubérculos graúdos, como Panda x Chiquita e Contenda x Chiquita (100% tbr).

Com relação ao peso específico de tubérculos, notou-se que ele foi maior que o encontrado em Maria da Fé, com média geral bastante elevada (1,0785). Várias famílias apresentaram valores acima de 1,080. A média para a testemunha Monalisa foi bastante baixa (1,066), refletindo o que já se conhece sobre a cultivar, que apresenta baixa qualidade de tubérculos para fritura. Para se ter idéia do que representam os pesos específicos, um valor de 1,066 representa cerca de 18,59% de matéria seca nos tubérculos, e o valor de 1,080, cerca de 21,69%.

TABELA 6. Média das famílias para produção por planta, número de tubérculos por planta, porcentagem e peso médio de tubérculos graúdos, ciclo vegetativo, aparência e peso específico de tubérculos. Lavras, 2000.

Famílias	% do genoma da espécie exótica ¹	Produção (g/pl)	Nº tubérc./planta	% de tubérc. graúdos	Peso médio de tubérc. graúdos (g)	Ciclo (dias)	Aparência de tubérc.	Peso específico de tubérc.
43 - PI-229895 x Chiquita	50 adg	592 a	6,3 b	54 b	115 b	89 a	1,7 b	1,0750 b
42 - PI-279291 x Chiquita	50 adg	617 a	6,3 b	65 b	117 b	89 a	2,3 b	1,0780 a
10 - Aracy x ESL-114	25 adg	540 a	5,3 b	67 b	118 b	84 a	2,7 a	1,0680 c
31 - Aracy x ESL-58	25 adg	810 a	8,3 a	64 b	114 b	92 a	3,2 a	1,0750 b
30 - Atlantic x ESL-101	25 adg	630 a	5,3 b	67 b	126 b	93 a	3,0 a	1,0750 b
2 - Atlantic x OMM-91	25 chc	817 a	6,7 a	83 a	144 a	88 a	3,2 a	1,0780 a
18 - EOA-243 x Bulk	25 chc	585 a	7,0 a	55 b	115 b	82 a	2,0 b	1,0760 b
8 - EOA-256 x Bulk	25 chc	564 a	6,0 b	76 a	115 b	89 a	2,5 b	1,0770 a
23 - EOA-264 x Bulk	25 chc	641 a	6,3 b	61 b	128 b	90 a	2,2 b	1,0730 b
24 - EOA-268 x Bulk	25 chc	701 a	7,0 a	67 b	118 b	89 a	2,3 b	1,0840 a
12 - Mantiqueira x ESL-52	25 adg	837 a	7,3 a	73 a	139 a	92 a	3,2 a	1,0670 c
32 - THP-71 x Aracy	25 phu	675 a	6,0 b	74 a	146 a	90 a	3,2 a	1,0750 b
16 - EOA-02 x Atlantic	12,5 chc	590 a	5,3 b	74 a	128 b	87 a	2,8 a	1,0820 a
33 - EOA-02 x Premiere	12,5 chc	652 a	6,0 b	80 a	132 a	90 a	2,8 a	1,0810 a
7 - EOA-134 x Atlantic	12,5 chc	914 a	8,0 a	83 a	137 a	88 a	2,7 a	1,0800 a
4 - EOA-14 x Premiere	12,5 chc	807 a	8,0 a	78 a	131 b	88 a	2,2 b	1,0790 a
15 - EOA-175 x Atlantic	12,5 chc	748 a	5,7 b	83 a	148 a	87 a	2,8 a	1,0830 a
5 - EOA-19 x Atlantic	12,5 chc	697 a	6,3 b	78 a	137 a	91 a	2,8 a	1,0830 a
22 - EOA-264 x Panda	12,5 chc	819 a	7,7 a	74 a	133 a	89 a	2,5 b	1,0860 a
9 - EOA-268 x Atlantic	12,5 chc	759 a	7,0 a	83 a	134 a	88 a	2,7 a	1,0810 a
20 - EOA-268 x Panda	12,5 chc	708 a	8,0 a	61 b	113 b	89 a	2,5 b	1,0790 a
26 - EOA-268 x Premiere	12,5 chc	770 a	7,3 a	81 a	129 b	91 a	3,0 a	1,0870 a
19 - EOA-31 x Atlantic	12,5 chc	526 a	4,7 b	83 a	133 a	87 a	3,0 a	1,0870 a
11 - EOA-31 x Premiere	12,5 chc	700 a	6,7 a	79 a	127 b	87 a	3,2 a	1,0820 a
27 - EOA-84 x Atlantic	12,5 chc	712 a	5,7 b	86 a	148 a	89 a	1,5 b	1,0810 a
39 - Aracy x Atlantic	0	799 a	7,0 a	84 a	139 a	89 a	3,2 a	1,0800 a
40 - Aracy x Desiree	0	604 a	5,3 b	72 a	143 a	87 a	3,0 a	1,0730 b
35 - Chiquita x Aracy	0	778 a	7,0 a	77 a	127 b	88 a	3,5 a	1,0740 b
21 - Contenda x Chiquita	0	970 a	9,0 a	78 a	133 a	87 a	3,0 a	1,0680 c
29 - Chiquita x Atlantic	0	933 a	7,3 a	87 a	157 a	88 a	3,2 a	1,0690 c
36 - Itararé x Atlantic	0	771 a	5,3 b	85 a	167 a	88 a	2,7 a	1,0770 a
41 - Mantiqueira x Panda	0	827 a	7,7 a	77 a	133 a	91 a	3,2 a	1,0780 a
37 - Panda x Aracy	0	659 a	7,3 a	64 b	119 b	86 a	2,7 a	1,0820 a
38 - Panda x Atlantic	0	803 a	7,3 a	69 b	134 a	89 a	3,0 a	1,0820 a
34 - Panda x Chiquita	0	887 a	8,0 a	76 a	132 a	88 a	3,7 a	1,0800 a
Monalisa (Testemunha)		800 a	6,7 a	74 a	151 a	91 a	5,0 a	1,0660 c

¹adg: *ssp. andigena*, chc: *S. chacoense*, phu: *S. phureja*; médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott ($P < 0,05$).

A diferença entre os valores parece pouca, mas valores acima de 20% são desejados pelas indústrias de processamento para bom rendimento da matéria prima; tubérculos com valores abaixo de 19% de matéria seca apresentam alta absorção de gordura. Destacaram-se as famílias EOA-268 x Premiere, EOA-31 x Atlantic e EOA-264 x Panda (12,5% chc); porém, o teste de Scott e Knott agrupou juntamente todas as famílias com peso específico maior ou igual 1,077. As famílias com peso específico mais baixo foram a Aracy x ESL-114 (50% adg), Mantiqueira x ESL-52 (25% adg), Contenda x Chiquita e Chiquita x Atlantic (100% tbr).

Neste experimento foi avaliada a aparência geral de tubérculos. Apesar das famílias oriundas dentro de *S. tuberosum* não apresentarem nota de aparência comparável à testemunha Monalisa, no geral foram mais uniformes que as demais. As famílias Panda x Chiquita e Chiquita x Aracy (100% tbr) apresentaram tubérculos com formato arredondado e de película áspera, com bom aspecto visual. As famílias Atlantic x OMM-91 (25% chc) e Atlantic x ESL-101 (25% adg), oriundas de material exótico, também apresentaram tubérculos com este aspecto. No geral, as famílias oriundas de *S. chacoense*, principalmente aquelas com 25% do genoma desta espécie, apresentaram aspecto bastante ruim, com muitos tubérculos com olhos profundos, de coloração roxa ou rosada e de película amarela com algumas pigmentações; as famílias oriundas da ssp. *andigena*, principalmente aquelas com 50% de *S. tuberosum*, apresentaram tubérculos com coloração amarela e olhos profundos. A família oriunda de *S. phureja* THP-71 x Aracy apresentou tubérculos mais alongados e achatados, com película lisa, apresentando segregação para coloração rosa e amarela. Cabe aqui mencionar que apenas uma família oriunda desta espécie foi avaliada, sendo que o aspecto geral de aparência da família está muito próxima de seus genitores. Em outra avaliação de materiais híbridos oriundos dessa espécie, no Programa de

Melhoramento da UFLA, foram encontrados clones com olhos bastante profundos, formato arredondado e de coloração variável, bem como materiais de melhor aspecto, com formato mais alongado, olhos superficiais e de coloração amarela (dados não publicados). Ressalta-se também que não foi realizada uma caracterização completa de tipo de pele, formato e olhadura, mas somente uma observação geral, quando da avaliação da nota para aparência. Isto será necessário após a seleção dos clones, quando forem realizadas futuras avaliações dos materiais.

Quanto ao ciclo, apesar da diferença significativa encontrada entre as famílias pelo teste de F, não foram separadas em grupos pelo teste de Scott e Knott. Deve-se ressaltar que dentro de uma parcela houve grande diferença entre as plantas na emergência e senescência. Isso deveu-se, em parte, aos diferentes estádios fisiológicos dos tubérculos-semente dos clones de uma mesma família. A segregação para maturidade logicamente também deve ser observada, encontrando-se clones tardios e precoces dentro das famílias. As famílias não diferiram da cultivar Monalisa, que apresentou média de 91 dias.

Algumas famílias oriundas de *S. chacoense*, como a Atlantic x OMM-91 (25%), EOA-134 x Atlantic, EOA-264 x Panda e EOA-268 x Premiere (12,5%), apresentaram bom desempenho para as principais características (porcentagem de tubérculos graúdos, produção por planta, peso específico), além de nota razoável para aparência. Entre as oriundas somente de cultivares de *S. tuberosum*, as que se destacaram foram Aracy x Atlantic, Panda x Chiquita e Mantiqueira x Panda. As famílias Contenda x Chiquita e Chiquita x Atlantic apresentaram boa performance para produtividade, porcentagem de tubérculos graúdos e nota de aparência, porém, obtiveram baixo peso específico de tubérculos.

As estimativas das herdabilidades, assim como as dos coeficientes de variação genético, foram baixas, principalmente para produção por planta

(Tabela 5). Nota-se que para esta característica, há para a estimativa da herdabilidade, uma probabilidade de 95% de estar dentro do intervalo de confiança mostrado, cujo limite inferior é negativo. Em outras palavras, existe um grande erro associado à estimativa neste caso. Contudo, para as características porcentagem de tubérculos graúdos, aparência de tubérculos e peso específico os valores da herdabilidade foram altos ($>0,75$) e os valores da razão CV_d/CV_e foram maiores do que 1, situação favorável para a seleção.

Para comparação das médias dos grupos de famílias, separadas em função da porcentagem do genoma das espécies exóticas, foi realizado o desdobramento das somas de quadrados das famílias em grupos: grupo 1 (50%), grupo 2 (75%), grupo 3 (87,5%) e grupo 4 (0%). Na Tabela 7 é mostrado o resumo das análises de variâncias. Neste experimento realizou-se o desdobramento pois foi incluído um número de famílias com 100% de *tuberosum* maior do que nos outros ensaios. O inconveniente para as comparações é a inclusão de somente duas famílias com 50% do genoma exótico, o que representa uma diminuição da precisão para as comparações. A média da testemunha Monalisa foi incluída no grupo 4. Contudo, pelo teste de F houve diferença significativa entre os grupos para a maioria das características, exceto para ciclo vegetativo e número de tubérculos. O testes de F para os quadrados médios dentro de grupos também são mostrados na Tabela 7. Para produção por planta não foram encontradas diferenças significativas dentro de grupos, e para o grupo com 50% de genoma exótico, não foram encontradas diferenças significativas para todos os caracteres.

Tabela 7. Resumo das análises de variância para as características produção por planta, número de tubérculos por planta, porcentagem e peso médio de tubérculos graúdos, ciclo vegetativo, aparência e peso específico de tubérculos, a partir do desdobramento da soma de quadrados de famílias em grupos de acordo com as porcentagens do genoma exótico. Lavras. 2000.

FV	GL	Quadrado Médio						
		Produção (g/planta)	Nº de tubérc. /planta	% de tubérc. graúdos	Peso médio de tubérc. graúdos (g)	Aparência de tubérc.	Ciclo (dias)	Peso específico de tubérc. ($\times 10^{-4}$)
Grupo1 (50%) ^a	1	912,69 ns	0,0008 ns	181,50 ns	6,00 ns	0,67 ns	0,17 ns	0,14 ns
Grupo 2 (25%)	9	35667,03 ns	2,61 ns	195,18**	470,67**	0,63**	36,96**	0,71**
Grupo 3 (12,5%)	12	29880,65 ns	3,80**	123,45**	248,15 ns	0,56**	7,06 ns	0,23 *
Grupo 4 (0%)	10	34334,61 ns	3,41*	141,52**	592,34**	1,25**	7,36 ns	0,99**
Entre grupos	3	115396,05**	2,26 ns	1080,01**	1462,45**	4,03 **	1,98 ns	4,32**
Resíduo	70	26548,10	1,54	51,50	163,55	0,21	7,42	0,11

^aAgrupamento das médias dos tratamentos segundo a constituição genômica das famílias - porcentagem de genoma exótico; ** e *: significativo aos níveis de 1% e 5% de probabilidade respectivamente; ns: não significativo pelo teste de F.

Foi realizado o teste de Scott e Knott (1974) para as médias dos grupos, facilitando a interpretação estatística sobre as tendências do comportamento dos mesmos (Tabela 8). As famílias com maior porcentagem do genoma das espécies exóticas apresentaram menor produção por planta, menor porcentagem de tubérculos graúdos, menor peso médio de tubérculos graúdos e pior aparência de tubérculos. Para o número de tubérculos por planta e o ciclo vegetativo não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos. Para o peso específico de tubérculos, as famílias com 12,5% de genoma exótico, apresentaram a maior média, reflexo da utilização de genitores com boa média para a característica.

TABELA 8. Médias dos grupos de famílias, separados por porcentagem do genoma exótico, para as características produção por planta, número de tubérculos por planta, porcentagem e peso médio de tubérculos graúdos, ciclo vegetativo, aparência e peso específico de tubérculos. Lavras, 2000.

Grupos das famílias	Produção (g/planta)	Nº de tubérc/ planta	% tubérc. graúdos	Peso médio de tubérc. graúdos (g)	Aparência de tubérc.	Peso específico de tubérc.	Ciclo (dias)
Grupo 1 - 50 %	604 b	6,3 a	59,4 c	116 c	2,0 c	1,0765 b	88,8 a
Grupo 2 - 25 %	680 b	6,5 a	68,4 b	126 b	2,7 b	1,0748 b	88,9 a
Grupo 3 - 12,5 %	723 a	6,6 a	78,7 a	133 a	2,6 b	1,0823 a	88,6 a
Grupo 4 - 0 %	802 a	7,1 a	76,4 a	139 a	3,2 a	1,0753 b	88,3 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott ($P < 0,05$).

Apesar de se constatarem diferenças na performance das famílias neste experimento em relação ao de Maria da Fé, que eram esperadas devido à interação genótipos por ambientes, as conclusões a respeito do comportamento das famílias, considerando a composição genômica, praticamente são as mesmas nos dois experimentos.

4.3 Avaliação de clones em Lavras

Na Tabela 9 é mostrado o resumo das análises de variância para as características avaliadas e também as médias gerais para todas as características. Assim como no experimento de famílias, as médias para importantes características, como a produção por planta, porcentagem de tubérculos graúdos e peso específico de tubérculos, foram altas. A análise considerando a estrutura do látice só não foi mais eficiente do que a de blocos ao acaso para a característica porcentagem de tubérculos médios. Houve diferenças significativas para todas as características, evidenciando ampla variabilidade genética entre os

clones e as famílias, como já observada no ensaio de Maria da Fé. As magnitudes desta variação são mostradas nos gráficos de distribuição de frequência para as características produção por planta, porcentagem de tubérculos graúdos, número de tubérculos por planta e peso específico de tubérculos (Figuras 1 e 2).

As estimativas das herdabilidades, de modo geral, foram altas para as famílias e clones (Tabela 9). Apesar disso, para o peso específico de tubérculos, a estimativa da herdabilidade para os clones foi mais baixa do que a encontrada nos outros experimentos. O menor valor encontrado foi para peso médio de tubérculos graúdos (0,43), estimado para os clones, concordando com outros trabalhos realizados em condições ambientais semelhantes (Pinto, Valverde e Rossi, 1994; Momenté e Pinto, 1995; Barbosa, 1996; Bearzoti, Pinto e Oliveira, 1997).

As relações CV_c/CV_e somente foram menores do que a unidade para as características peso médio de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos e vigor das plantas (Tabela 9). Desta maneira, a seleção de clones para importantes características, como produção por planta, porcentagem de tubérculos graúdos e aparência de tubérculos, pode ser eficiente.

Para visualização do comportamento das famílias, considerando as diferentes composições genômicas, são apresentados outros gráficos de distribuição de frequência para as características produção por planta, porcentagem de tubérculos graúdos, número de hastes por planta e peso específico de tubérculos (Figuras 3 e 4). Uma vez que as famílias foram representadas por diferentes números de clones, aqui são apresentadas as frequências relativas de clones, calculadas a partir do número de clones de cada tipo de constituição genômica que se encontrava no intervalo de amplitude de classes.

TABELA 9. Resumo das análises de variância para as características produção por planta, número de tubérculos por planta, porcentagem de tubérculos graúdos, peso médio de tubérculos graúdos, porcentagem de tubérculos médios, peso específico de tubérculos, número de hastes por planta, aparência de tubérculos e vigor de plantas. Lavras, 2000.

FV	GL	Quadrado Médio								
		Produção (g/planta)	Número de tubérculos planta	% de tubérculos graúdos	Peso médio de tubérculos graúdos (g)	% de tubérc. com diâmetro >33mm e <45mm	Peso específico de tubérculos	Número de hastes /planta	Aparência de tubérculos	Vigor de planta
Clones	575	156975,25**	13,59**	803,99**	2955,58**	383,12**	3,22 x 10 ⁻⁴ **	2,84**	0,64**	0,54**
Famílias	32	359237,64**	39,53**	5074,55**	12447,41**	2405,34**	16,47 x 10 ⁻⁴ **	28,48**	3,05**	1,31**
Erro	529	33281,56	3,24	136,00	1681,07	76,68	1,20 x 10 ⁻⁴	0,47	0,15	0,20
CV _e (%)		22,50	23,29	16,64	33,02	41,20	1,01	27,24	17,74	14,77
Média		809,00	7,70	70,01	124,00	21,00	1,0796	2,54	2,20	3,10
σ^2_o (clones)		61846,85	4,91	333,99	637,25	153,22	1,03 x 10 ⁻⁴	1,18	0,24	0,17
σ^2_F		78487,62	6,53	401,99	1477,79	191,56	1,61 x 10 ⁻⁴	1,42	0,32	0,27
h ² _a		0,78	0,75	0,83	0,43	0,79	0,62	0,83	0,76	0,62
IC ^a		0,75 a 0,82	0,70 a 0,78	0,80 a 0,85	0,32 a 0,51	0,76 a 0,83	0,55 a 0,68	0,80 a 0,85	0,72 a 0,80	0,55 a 0,68
CV _o		30,74	28,77	26,07	20,36	58,31	0,93	42,76	22,45	13,24
CV _o /CV _e		1,37	1,24	1,57	0,62	1,42	0,92	1,57	1,27	0,90
σ^2_o (famílias)		162978,04	18,14	2469,27	5383,17	1164,33	7,63 x 10 ⁻⁴	14,00	1,45	0,55
σ^2_P		179618,82	19,76	2537,27	6223,70	1202,67	8,24 x 10 ⁻⁴	14,24	1,53	0,65
h ² _a		0,91	0,92	0,97	0,86	0,97	0,93	0,98	0,95	0,84
IC ^a		0,84 a 0,94	0,85 a 0,95	0,95 a 0,98	0,76 a 0,91	0,94 a 0,98	0,87 a 0,95	0,97 a 0,99	0,91 a 0,97	0,72 a 0,90
CV _o		49,90	55,32	70,89	59,17	160,73	2,56	147,32	54,73	23,97
CV _o /CV _e		2,22	2,38	4,26	1,79	3,90	2,53	5,41	3,08	1,62

** significativo ao nível de 1% de probabilidade; ^aIntervalo de confiança para as estimativas das herdabilidades.

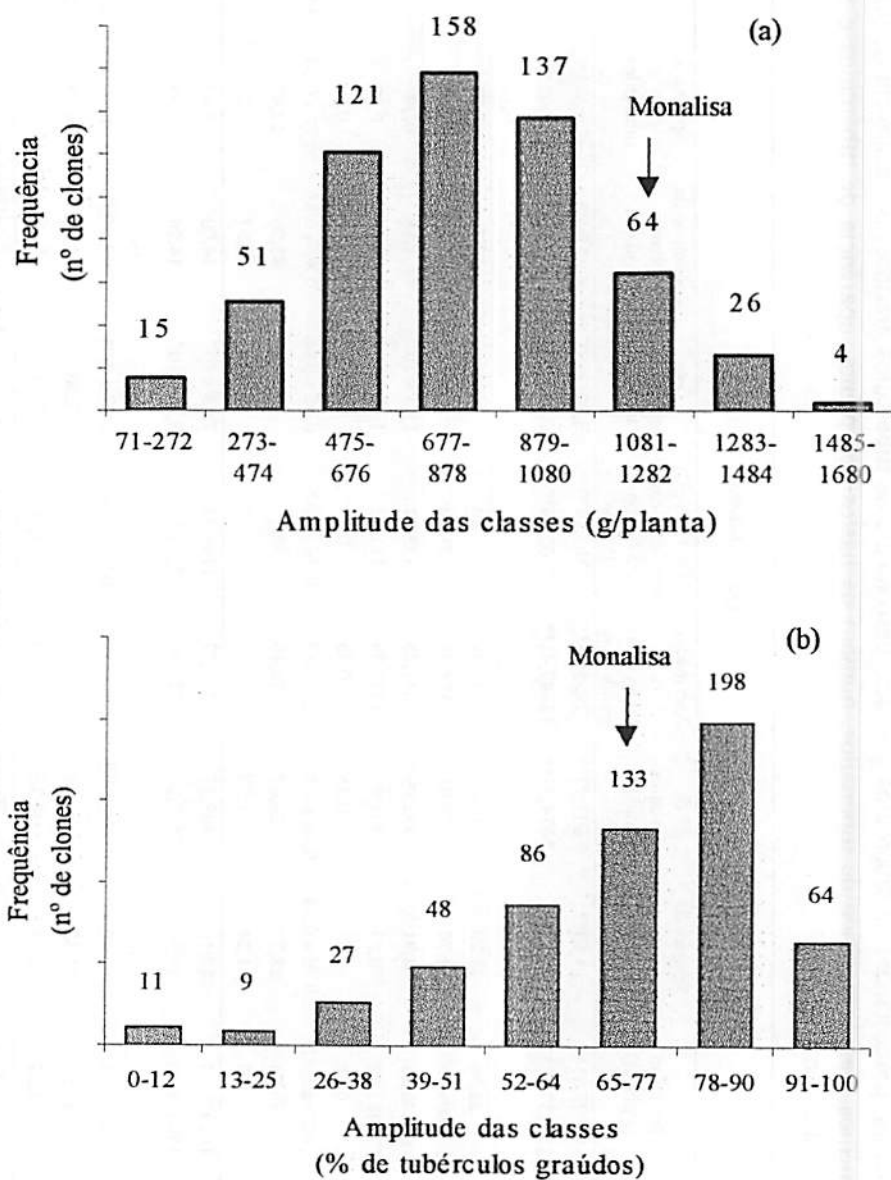


Figura 1. Distribuição de frequência dos clones para as características produção por planta (a) e porcentagem de tubérculos graúdos (b). Lavras, 2000.

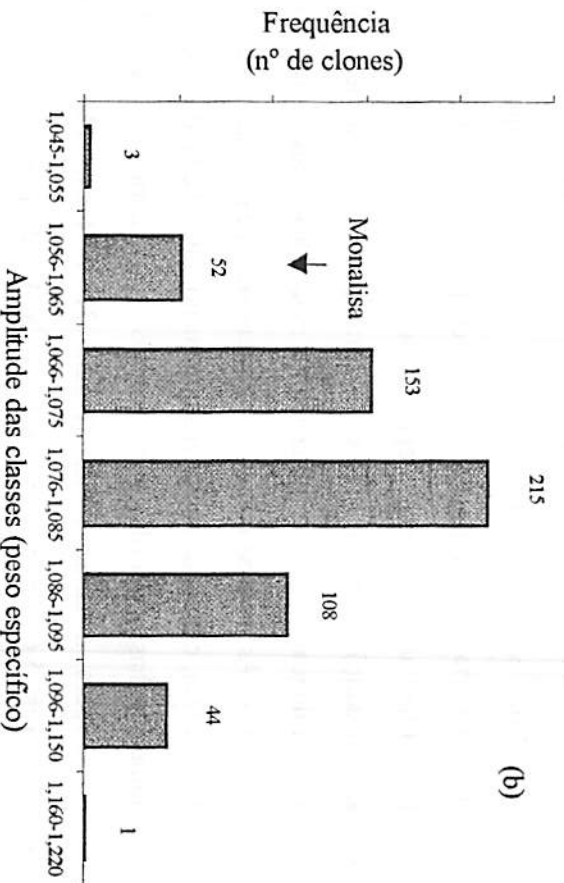
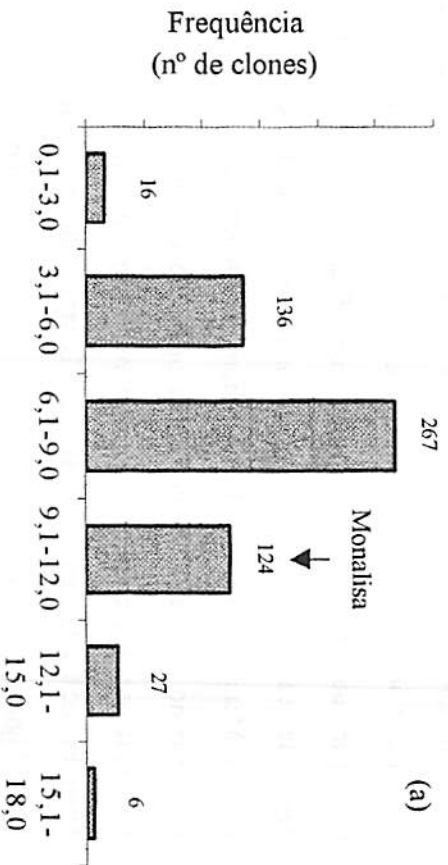


Figura 2. Distribuição de frequência dos clones para as características número de tubérculos comerciáveis por planta (a) e peso específico de tubérculos (b). Lavras, 2000.

Para produção de tubérculos por planta, verificou-se uma tendência das famílias com maior porcentagem do genoma das espécies exóticas apresentarem maior frequência de clones pouco produtivos (Figura 3). Porém, foram encontrados clones bastante produtivos em todos os tipos de famílias, próximos ou superiores à Monalisa (1274 g/pl.). A testemunha Achat neste experimento apresentou, como no de Maria da Fé, baixa produção de tubérculos e baixa porcentagem de tubérculos graúdos. Porém, deve-se ressaltar que os tubérculos desta testemunha utilizados para plantio em Lavras, não estavam em boas condições fisiológicas, resultando em plantas com baixo vigor. Assim, as comparações devem ser realizadas preferencialmente com a testemunha Monalisa.

Quanto à porcentagem de tubérculos graúdos, as famílias com maior porcentagem do genoma das espécies exóticas apresentaram uma maior frequência de clones com valores baixos para a característica (Figura 4). Esta característica é importante para a seleção de clones, principalmente para aqueles oriundos de espécies não adaptadas. Segundo De Jong e Tai (1991) a seleção somente para a produção total pode não ser eficiente para esses tipos de famílias, levando à seleção de materiais que produzem uma maior quantidade de tubérculos de pequeno tamanho. As famílias com maior porcentagem de genoma das espécies exóticas apresentaram, como nos outros ensaios, menor peso médio de tubérculos.

O número de hastes por planta foi avaliado neste experimento, notando-se ampla variação para a característica (Figura 3). A testemunha Monalisa apresentou média de 5,6 hastes/planta, enquanto a Achat apresentou média de apenas 3 hastes/planta. Clones oriundos da *ssp. andigena* apresentaram elevado número de hastes por planta, enquanto os oriundos de *S. chacoense*, principalmente com 12,5% do genoma desta espécie, apresentaram reduzido número de hastes. É relatado, na literatura, que a espécie *S. chacoense* apresenta grande período de dormência de tubérculos (Leue e Peloquin, 1980).

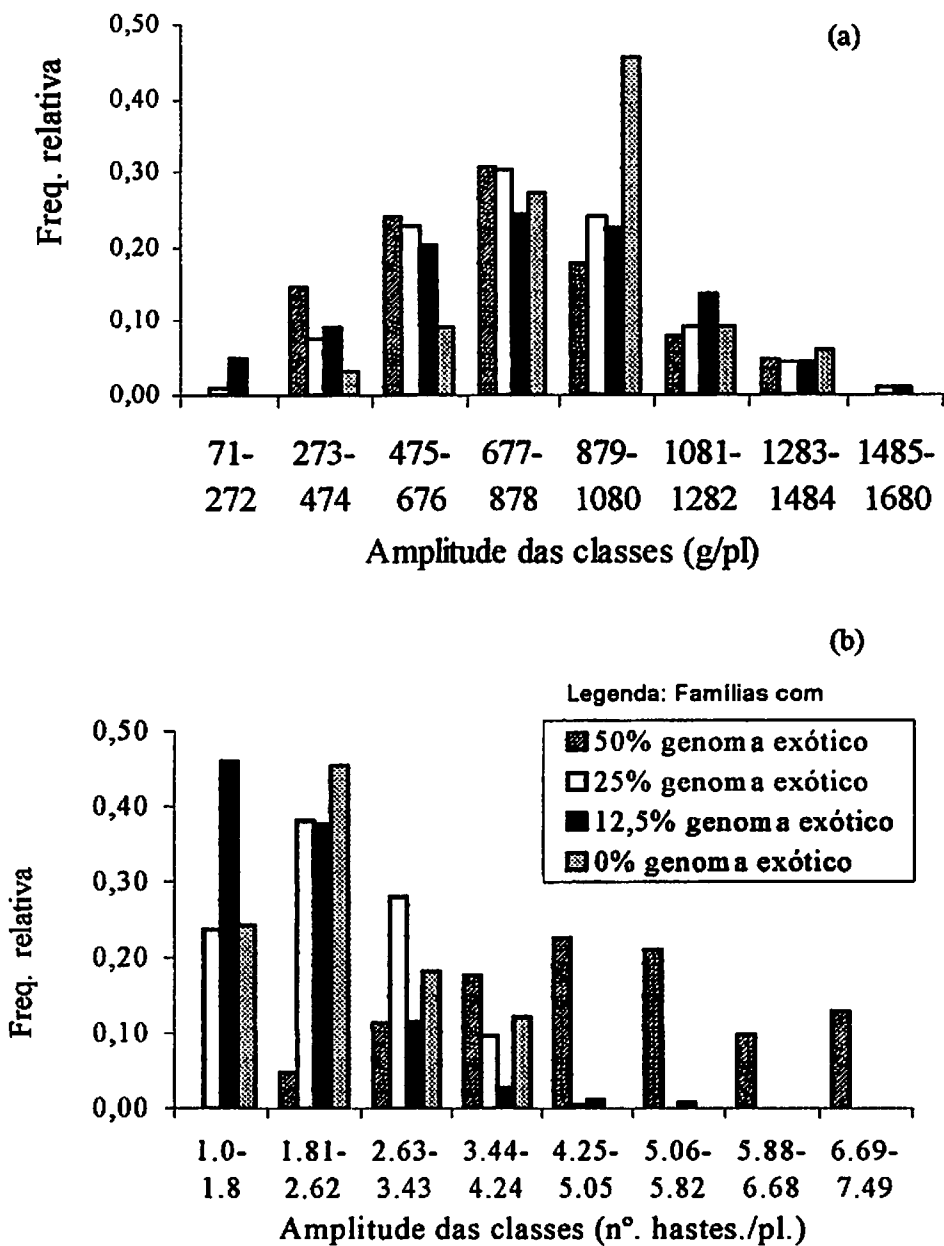


Figura 3. Gráficos de distribuição de frequência relativa dos clones das diferentes composições genômicas para as características produção por planta e número de hastes por planta. Lavras, 2000.

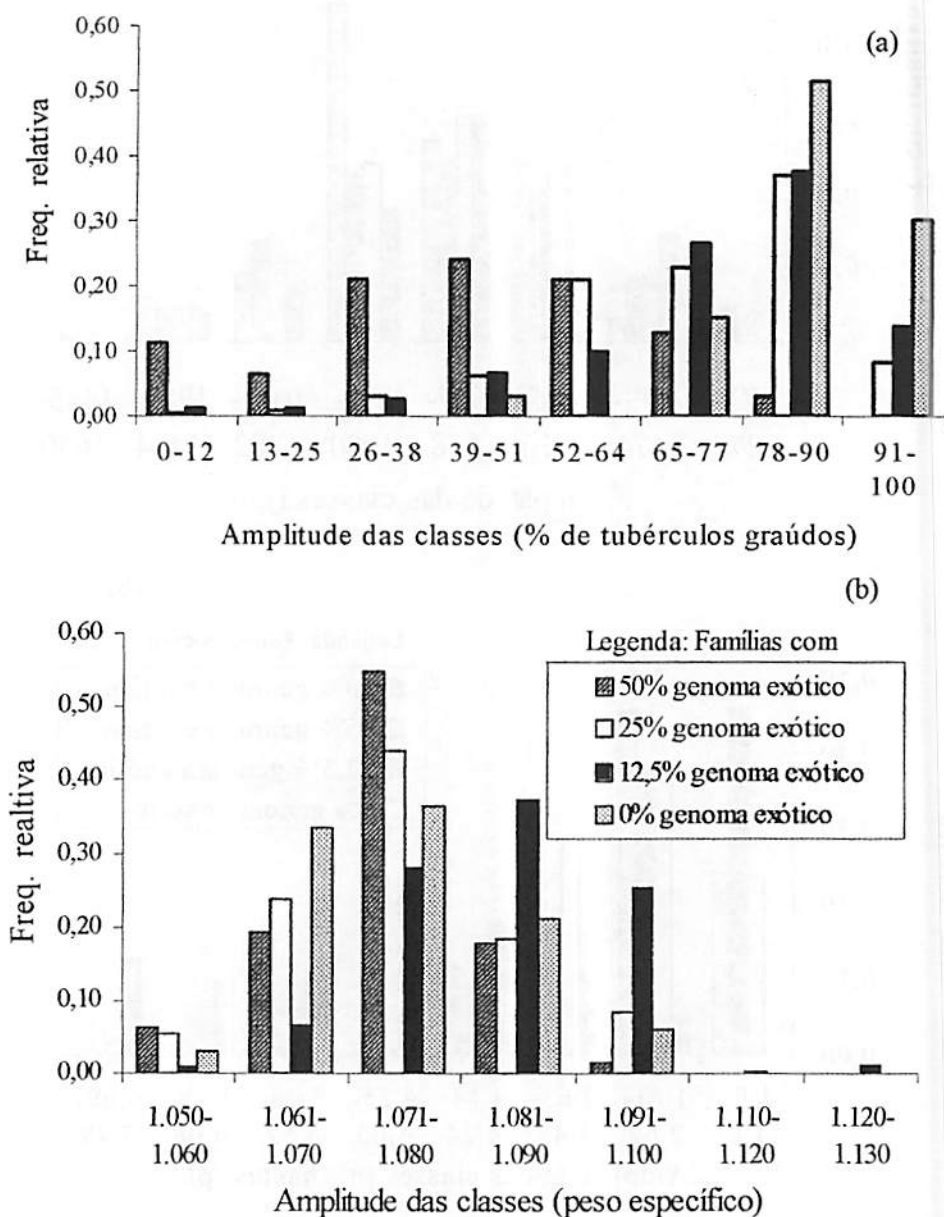


Figura 4. Gráficos de distribuição de freqüência relativa dos clones das diferentes composições genômicas para as características porcentagem de tubérculos graúdos (a) e peso específico de tubérculos (b). Lavras, 2000.

Essa pode ser a causa do menor número de hastes encontrado para os clones oriundos dessa espécie. Os tubérculos plantados em um estágio fisiológico mais avançado apresentam maior número de brotações e tendem a originar plantas com maior número de hastes. Por outro lado, tubérculos plantados ainda no estágio de dominância apical originam plantas com menor número de hastes (Filgueira, 1999).

Quanto ao peso específico de tubérculos, as famílias com 12,5% de *S. chacoense* apresentaram maior frequência de clones com alto valor para a característica, assim como nos outros experimentos (Figura 4). Isto, como já comentado, deve-se também à utilização de genitores com boa média para a característica.

Na Tabela 10 são mostradas as médias para as principais características obtidas para as famílias, a partir dos dados dos clones, em que é mostrado o agrupamento pelo teste de Scott e Knott. Como as testemunhas apresentavam duas repetições apenas, elas não foram incluídas no teste para as famílias, cujas médias foram obtidas a partir de um número maior de parcelas. As tendências observadas no gráfico podem ser notadas pelas médias das famílias. Similarmente aos outros experimentos, as famílias Aracy x ESL-114, Mantiqueira x ESL-52 (25% adg) e Contenda x Chiquita (100% tbr) apresentaram média baixa para peso específico de tubérculos.

Quanto ao número de tubérculos comerciáveis por planta, as famílias PI-279291 x Chiquita (50% adg), EOA-268 x Bulk (25% chc), Mantiqueira x ESL-52, Aracy x ESL-58 (25% adg) e EOA-268 x Panda (12,5% chc) apresentaram as maiores médias, porém baixa porcentagem e peso médios de tubérculos graúdos.

TABELA 10. Média das famílias e da testemunha Monalisa para produção por planta, número de tubérculos por planta, porcentagem e peso médio de tubérculos graúdos, vigor de planta, aparência e peso específico de tubérculos. Lavras, 2000.

Número e Genealogia das famílias	% do genoma da espécie exótica ¹	Produção (g/pl.)	Nº. de tubérc./ planta	% de tubérc. graúdos	Peso médio de tubérculos graúdos (g)	Vigor de planta	Aparência de tubércs.	Peso específico de tubérc.
42 - PI- 279291 x Chiquita	50 adg	767 c	9,3 a	43 e	98 c	2,8 e	2,1 c	1,0741 c
1 - Atlantic x OMM-47	25 chc	825 c	6,6 d	84 a	139 b	2,9 d	2,2 b	1,0873 b
2 - Atlantic x OMM-91	25 chc	822 c	7,1 c	82 a	136 b	2,9 d	2,5 a	1,0775 c
3 - Delta x OMM-115	25 chc	807 c	6,7 d	80 a	139 b	3,1 c	2,8 a	1,0740 c
6 - EOA-252 x Bulk	25 chc	536 e	5,9 d	67 c	108 c	2,9 d	1,9 c	1,0769 c
8 - EOA-256 x Bulk	25 chc	704 d	7,9 b	62 d	109 c	3,0 d	2,0 c	1,0769 c
23 - EOA-264 x Bulk	25 chc	712 d	7,2 c	66 c	116 c	3,0 d	1,6 d	1,0755 c
24 - EOA-268 x Bulk	25 chc	871 b	9,1 a	68 c	114 c	3,3 b	1,9c	1,0837 b
14 - EOA-175 x Bulk	25 chc	581 e	7,0 c	61 d	100 c	2,6 e	1,5 d	1,0841 b
18 - EOA-243 x Bulk	25 chc	769 c	8,0 b	57 d	114 c	2,8 e	1,7 d	1,0773 c
10 - Aracy x ESL-114	25 adg	875 b	8,5 b	73 b	124 c	3,3 b	2,4 a	1,0697 d
12 - Mantiqueira x ESL-52	25 adg	893 b	8,9 a	68 c	120 c	3,0 d	2,5 a	1,0681 d
13 - Atlantic x ESL-101	25 adg	848 c	7,5 c	74 b	127 c	2,9 d	2,3 b	1,0791 c
30 - Aracy x ESL-101	25 adg	983 a	8,8 a	78 b	136 b	3,2 c	2,4 a	1,0771 c
31 - Aracy x ESL-58	25 adg	956 a	9,9 a	65 c	126 c	3,3 b	2,4 a	1,0697 d
32 - THP-71xAracy	25 phu	792 c	7,3 c	68 c	133 b	3,1 c	2,2 b	1,0707 d
4 - EOA-14 x Premiere	12,5 chc	887 b	8,4 b	73 b	120 c	3,2 c	2,0 c	1,0840 b
5 - EOA-19 x Atlantic	12,5 chc	951 a	7,8 b	81 a	143 b	3,4 b	2,5 a	1,0905 b
7 - EOA-134 x Atlantic	12,5 chc	759 c	6,6 d	69 c	120 c	2,7 e	2,2 b	1,0846 b
9 - EOA-268 x Atlantic	12,5 chc	800 c	7,3 c	78 b	125 c	3,1 c	2,0 c	1,0847 b
11 - EOA-31 x Premiere	12,5 chc	594 e	6,1 d	64 d	108 c	2,8 e	2,3 b	1,0853 b
15 - EOA-175 x Atlantic	12,5 chc	897 b	7,5 c	81 a	140 b	3,0 d	2,6 a	1,0832 b
16 - EOA-02 x Atlantic	12,5 chc	714 d	6,3 d	77 b	130 c	3,0 d	2,1 c	1,0873 b
17 - EOA-252 x Panda	12,5 chc	781 c	8,0 b	70 c	117 c	3,1 c	1,9 c	1,0832 b
19 - EOA-31 x Atlantic	12,5 chc	677 d	6,5 d	70 c	117 c	2,9 d	2,3 b	1,0836 b
20 - EOA-268 x Panda	12,5 chc	847 c	9,2 a	63 d	112 c	3,3 b	1,8 d	1,0790 c
22 - EOA-264 x Panda	12,5 chc	779 c	7,7 b	68 c	119 c	3,1 c	2,1 c	1,0845 b
25 - EOA-269 x Atlantic	12,5 chc	1050 a	7,9 b	89 a	208 a	3,7 a	1,7 d	1,1031 a
26 - EOA-268 x Premiere	12,5 chc	790 c	8,2 b	69 c	110 c	3,0 d	1,8 d	1,0842 b
27 - EOA-84 x Atlantic	12,5 chc	887 b	6,3 d	87 a	164 b	3,1 c	1,9 c	1,0796 c
28 - EOA-134 x Premiere	12,5 chc	798 c	6,6 d	84 a	138 b	3,1 c	2,4 a	1,0878 b
29 - Chiquita x Atlantic	0	852 c	6,7 d	86 a	151 b	3,2 c	2,6 a	1,0785 c
21 - Contenda x Chiquita	0	1004 a	8,3 b	82 a	143 b	3,4 b	2,5 a	1,0696 d
Monalisa		1274	10,3	72	148	4,4	3,8	1,0610

¹adg: ssp. *andigena*, chc: *S. chacoense* e phu: *S. phureja*; médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott ($P < 0,05$).

A média para a nota de aparência de tubérculos dos clones foi muito baixa, notando-se clones com aspecto visual muito ruim. Algumas famílias, como Delta x OMM-115, Atlantic x OMM-91 (25% chc), EOA-175 x Atlantic, EOA-19 x Atlantic (12,5% chc), Mantiqueira x ESL-52 (25% adg), Contenda x Chiquita e Chiquita x Atlantic (100% tbr), apresentaram boa média para a característica. As famílias com 25% *S. chacoense*, obtidas principalmente do inter cruzamento dos clones EOA's, estavam entre as de pior aspecto de tubérculo (Tabela 10).

O vigor das plantas foi avaliado neste experimento, observando-se clones bastante vigorosos. Como comentado no item Material e Métodos, as maiores notas indicam maior vigor de plantas. As notas médias para as testemunhas foram de 2,0 para a Achat e 4,4 para Monalisa. Vários clones apresentaram nota média superior a 4,0 e as famílias que se destacaram foram Contenda x Chiquita (100% tbr), Aracy x ESL-58 (25% adg), EOA-269 x Atlantic e EOA-19 x Atlantic (25% chc), que também apresentaram elevada produção de tubérculos por planta (Tabela 10). As duas últimas famílias são oriundas de *S. chacoense*. De fato esta espécie origina híbridos com *S. tuberosum* bastante vigorosos e com florescimento abundante (Cunha, Pinto e Davide, 1994; Andrade et al., 1998).

Já o ciclo vegetativo não foi avaliado neste experimento, porém deve-se lembrar que a avaliação desta característica é importante, principalmente após a seleção dos materiais, em que as avaliações podem ser mais precisas pelo menor número de clones. Isto torna-se necessário, uma vez que híbridos de *S. tuberosum* com as espécies exóticas utilizadas no trabalho têm sido relatados como tardios, como os híbridos obtidos com a ssp. *andigena* (Mendoza, 1989) e com *S. chacoense* e *S. phureja* (Buso, Boiteux e Peloquin, 1999c).

Foram realizadas as estimativas dos ganhos esperados com a seleção com base no índice de soma de postos e nos níveis independentes de eliminação. Os

limites para a seleção pelo último método foram estabelecidos a partir das médias do experimento: produção por planta maior que 809 g/planta, peso específico de tubérculos maior que 1,0796 e porcentagem de tubérculos graúdos maior que 70,1%. Para evitar a seleção de clones com aparência indesejável, para ambos os métodos de seleção foi estabelecido o limite de nota em 2,5, selecionando-se apenas os clones com nota maior ou igual a este valor.

O índice de Mulamba e Mock foi utilizado devido à simplicidade de sua aplicação, tendo em vista que foi tão eficiente quanto outros tipos de índice empregados para a cultura da batata (Barbosa e Pinto, 1998b). Segundo os autores, a utilização desse índice possibilitou a obtenção de uma melhor distribuição percentual de ganhos para os caracteres sob seleção, em relação à seleção direta para os mesmos. Quanto à utilização dos níveis independentes de eliminação, os autores encontraram clones dentro dos limites estabelecidos para a seleção, porém houve uma redução drástica no tamanho da população inicial.

Na Tabela 11 são mostrados os ganhos esperados com a seleção pelos dois métodos. A utilização dos níveis independentes de eliminação promoveu a seleção de 10% da população inicial de clones. O índice de soma de postos permite uma maior flexibilidade, podendo-se determinar um percentual de seleção, escolhido pelo melhorista. Neste trabalho, as estimativas dos ganhos foram também realizadas com a seleção de 10% da população.

Verificou-se que os ganhos para produção por planta foram mais elevados utilizando-se o índice de soma de postos. Isto acontece porque, com os níveis independentes de eliminação, muitos indivíduos com boa produção por planta, mas com média abaixo dos limites para as outras características, são eliminados. Para as características porcentagem de tubérculos graúdos e peso específico de tubérculos, os ganhos foram maiores utilizando-se os níveis independentes. Para a

aparência de tubérculos, praticamente não houve diferença entre as duas metodologias.

Dos 57 clones selecionados por cada metodologia, 27 foram coincidentes em ambas, o que representa 47% de coincidência. Foi possível selecionar clones de diferentes composições genômicas. Considerando uma seleção mais branda com base na soma de postos, por exemplo uma intensidade de 20%, uma grande variabilidade pode ser mantida. Isto é desejável para as futuras seleções nesta população, visando a manutenção de clones com adaptação mais ampla.

TABELA 11. Ganhos esperados com a seleção dos clones para as características produção por planta, porcentagem de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos e aparência de tubérculos, com base no índice de soma de postos e níveis independentes de eliminação. Lavras, 2000.

	Produção (g/planta)	% graúdos	Peso específico de tubérculos	Aparência de tubérculos.
Média Geral	809	70,1	1,0796	2,2
h^2	0,78	0,83	0,62	0,76
Índice de soma de postos^c				
m_s^a	1196	81	1,0825	2,73
ds^b	387	11,2	0,0030	0,53
Gs(%)	37,3	13,3	0,17	18,5
Níveis independentes de eliminação^d				
m_e	1053	84	1,0876	2,71
ds	244	13,9	0,0080	0,51
Gs(%)	23,5	16,5	0,46	17,7

^a m_s : média dos clones selecionados; ^b ds : diferencial de seleção; ^cseleção de 10% da população; ^dníveis usados para seleção igual à média populacional da característica, exceto para aparência: indivíduos selecionados com nota >2,5.

O número de clones das diferentes composições genômicas que ficaram entre os 57 selecionados foram: 7 do grupo 4 (0% do genoma exótico), 23 do grupo 3 (12,5% do genoma exótico), 17 do grupo 2 (25% do genoma exótico) e 5 do grupo 1 (50% do genoma exótico). Considerando-se estes números proporcionalmente ao número de clones de cada grupo incluído no ensaio, houve tendência de selecionar uma maior proporção de clones das duas famílias com 100% de *tuberosum*. Além de outras características favoráveis, deve-se considerar que primeiramente foi realizada a seleção para aparência, contribuindo para a seleção de uma maior proporção de clones destas famílias. As proporções de clones eliminados somente para aparência, em relação ao número de clones de cada grupo incluídos no ensaio, foram: grupo 1: 46/62 (74%); grupo 2: 132/236 (56%); grupo 3: 169/252 (67%) e grupo 4: 8/33 (24%). As famílias 6, 8, 11, 18, 22, 23 e 24 não tiveram clones selecionados.

As médias para algumas características dos 35 melhores clones selecionados com base no índice de Mulamba e Mock (1978) são mostradas na Tabela 12. As características que mais chamam atenção nos clones são a produção por planta e o peso específico de tubérculos. As notas de aparência são consideradas razoáveis, uma vez que estes são oriundos de espécies exóticas. Muitos clones apresentaram alta produção também no ensaio de Maria da Fé, entre estes os clones 3.29, 4.30, 7.06, e 10.31.

A população de clones avaliada neste experimento, como comentado, havia sido reduzida por uma seleção branda a partir do ensaio de Maria da Fé, em que, inicialmente, foram incluídos 900 clones. Em Lavras, somente com a seleção para aparência de tubérculos houve a redução da população a 219 clones, o que representa 38% dos clones incluídos (574 clones). Nos programas de melhoramento de batata isto ocorre normalmente, principalmente nas primeiras gerações, em que é avaliado um excessivo número de clones (até 100.000) e,

TABELA 12. Médias dos 36 melhores clones selecionados com base no índice de Mulamba e Mock (1978) e da testemunha, para produção por planta, porcentagem de tubérculos graúdos, vigor de planta, aparência e peso específico de tubérculos. Lavras, 2000.

Clone	Produção (g/planta)	% de tubérculos graúdos	Vigor de planta	Aparência de tubérc.	Peso específico de tubérculos
29.14	1429 a	95 a	4,4 a	3,0 a	1,0820 a
5.05	1364 a	92 a	3,6 a	2,7 a	1,0910 a
5.04	1279 a	92 a	4,5 a	2,5 a	1,1010 a
9.04	1312 a	94 a	3,5 a	2,5 a	1,0870 a
4.20	1358 a	87 a	4,1 a	2,5 a	1,0870 a
20.01	1379 a	82 a	4,0 a	2,7 a	1,0840 a
1.26	1272 a	93 a	3,9 a	2,5 a	1,0940 a
20.07	1309 a	74 b	3,5 a	2,5 a	1,0980 a
31.03	1506 a	76 b	4,5 a	2,7 a	1,0750 b
42.14	1365 a	81 a	3,6 a	2,5 a	1,0760 b
21.12	1319 a	89 a	4,5 a	2,7 a	1,0740 b
10.20	1309 a	85 a	3,5 a	3,0 a	1,0770 b
42.15	1459 a	70 b	3,9 a	2,8 a	1,0710 b
2.08	1200 a	96 a	2,8 b	2,8 a	1,0860 a
28.06	1183 a	92 a	3,5 a	3,2 a	1,0940 a
10.22	1297 a	84 a	2,9 b	2,5 a	1,0740 b
12.37	1377 a	81 a	3,4 a	2,7 a	1,0600 b
10.31	1333 a	83 a	4,1 a	3,3 a	1,0640 b
7.06	1193 a	84 a	3,5 a	2,8 a	1,0900 a
3.18	1237 a	91 a	3,5 a	3,3 a	1,0710 b
10.24	1212 a	86 a	3,5 a	2,5 a	1,0820 a
4.30	1207 a	91 a	2,9 b	2,5 a	1,0760 b
21.16	1253 a	87 a	4,0 a	2,7 a	1,0690 b
30.04	1195 a	81 a	3,5 a	3,3 a	1,0800 b
5.20	1123 a	93 a	3,5 a	2,5 a	1,0810 b
7.19	1137 a	87 a	3,4 a	2,7 a	1,0810 b
15.18	1084 b	91 a	3,0 b	3,0 a	1,0960 a
17.08	1138 a	76 b	2,9 b	2,7 a	1,0880 a
4.14	1095 b	87 a	4,0 a	2,7 a	1,0950 a
7.28	1174 a	72 b	3,5 a	2,5 a	1,0790 b
24.21	1117 a	75 b	3,9 a	3,0 a	1,0920 a
5.24	1054 b	91 a	3,5 a	2,8 a	1,0970 a
30.12	1102 b	84 a	2,9 b	2,5 a	1,0820 a
21.20	1057 b	80 a	3,9 a	2,5 a	1,0830 a
5.06	1033 b	71 b	3,5 a	2,8 a	1,1020 a
3.29	1056 b	90 a	3,1 b	3,5 a	1,0710 b
Monalisa	1274 a	72 b	4,4 a	3,8 a	1,0610 b

médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott ($p < 0,05$).

freqüentemente, mais de 90% da população são eliminados apenas pela seleção visual (Bradshaw e Mackay, 1994). Como o objetivo era estudar o comportamento das famílias clonais, os clones com má aparência foram mantidos nos três experimentos. A seleção a ser efetuada para aparência nestes clones deve ser branda, pois aqueles com média elevada, principalmente para produção e peso específico de tubérculos, podem ser utilizados como genitores em cruzamentos com cultivares de *S. tuberosum*. Contudo, devem ser selecionados os clones com tubérculos com o mínimo de defeitos possível.

Foram estimadas as correlações de Pearson (correlações simples) entre algumas características, apresentadas na Tabela 13. No geral, as correlações foram de baixa magnitude, sendo que os valores mais altos foram encontrados para a correlação positiva entre vigor de planta e os caracteres produção de tubérculos por planta, número de tubérculos e porcentagem de tubérculos graúdos. Isso era esperado, uma vez que plantas mais vigorosas levam a uma maior produção; para a nota de vigor, foram considerados o diâmetro das hastes, área foliar e o aspecto fitossanitário das plantas, como a ausência de sintomas de viroses. Bani-Aameur e Veilleux (1993), trabalhando com as espécies *S. chacoense* e *S. phureja*, encontraram alta correlação entre vigor e produção. De acordo com Barbosa (1996), que realizou uma análise de trilha para determinação de efeitos diretos e indiretos de várias características sobre outra, o vigor de plantas tem maior influência indireta na produção, através do número de tubérculos graúdos. Porém, o autor trabalhou com materiais oriundos somente de cultivares de *S. tuberosum*. A associação entre as duas características é importante nos híbridos com espécies não adaptadas, uma vez que o bom vigor vegetativo pode estar associado à produção, mas não garantir boa produção de tubérculos graúdos.

TABELA 13. Correlações de Pearson entre alguns caracteres, estimadas a partir das médias ajustadas dos clones. Lavras, 2000.

Caracteres	Produção (g/planta)	Nº de tubérc. /planta	% de tubérc. graúdos	% de tubérc. médios	Vigor	Nº de hastes /planta
Peso específico de tubérculos	0,082 *	-0,009 ns	0,137 **	-0,356 **	0,068 ns	-0,255 **
Número de hastes/planta	0,093 *	0,372 **	-0,413 **	0,406 **	0,056 ns	
Vigor	0,712 **	0,564 **	0,415 **	-0,170 **		

** e *: significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade respectivamente; ns: não significativo.

Houve baixa correlação entre o peso específico e produção por planta, indicando a falta de associação entre as características. Na Tabela 12 podem ser visualizados alguns clones que apresentaram média elevada para as duas características. Alguns trabalhos, em que foram estimadas correlações genéticas e fenotípicas, também não encontraram associação entre peso específico e produção (Morais e Pinto, 1996; Barbosa, 1996; Salamoni et al., 2000).

A correlação positiva entre número de hastes por planta e número de tubérculos por planta indica que existe uma pequena associação entre as características. Ressalta-se que nas correlações simples estimadas são fenotípicas, em que estão confundidos os efeitos genético e ambiental. A correlação pode ser entendida na medida que um menor número de hastes principais leva à redução do número de tubérculos por planta, porém com maior produção de tubérculos graúdos (Filgueira, 1999). O número de tubérculos é proporcional ao número de hastes por planta, porém a maior concorrência entre as hastes por luz, água e nutrientes leva à diminuição do tamanho dos tubérculos. Esta associação foi mostrada pelo comportamento dos híbridos oriundos da *ssp. andigena*, que

apresentaram elevado número de hastes e baixa porcentagem de tubérculos graúdos. Porém, a correlação entre o número de hastes por planta e produção por planta foi baixa, indicando a falta de associação entre as características no material estudado. Rowe (1967) encontrou correlação significativa da produção total, número e peso de tubérculos com o número de hastes em híbridos de *S. phureja* com dihaplóides de *S. tuberosum*.

Não houve associação entre o número de hastes por planta e vigor. Assim como a testemunha Monalisa, que apresentou grande número de hastes por planta e plantas vigorosas, encontravam-se frequentemente, no campo, plantas com estas características. Também foram verificadas plantas muito vigorosas com uma única haste, sendo que plantas de muitos clones apresentavam várias ramificações da haste principal. Esta característica deve ser avaliada futuramente, pretendendo-se verificar a influência da dormência de tubérculos e a dominância apical na formação destas plantas, oriundas principalmente de *S. chacoense*. Recomenda-se também verificar se estes clones apresentam vantagens agrônomicas ou se possuem características indesejáveis, como estolões compridos, porte muito alto, entre outras.

As correlações entre a produção de tubérculos e seus componentes (número de tubérculos, peso médio de tubérculos graúdos, porcentagem de graúdos) não são mostradas na Tabela 13, mas foram altas e positivas. Segundo Barbosa (1996), correlações positivas significativas entre produção de tubérculos e seus componentes têm sido relatadas, embora haja registro de ausência ou até mesmo associações negativas. As divergências encontradas devem-se à população utilizada ou aos fatores ambientais. Bani-Aameur, Lauer e Veilleux (1993) encontraram alta correlação entre número de tubérculos e produção, mas atentaram para o fato de que a seleção de indivíduos híbridos com as espécies por eles utilizadas, que combinassem alta produção com tubérculos de maior peso

médio, poderia ser difícil. No presente trabalho, pela inclusão de materiais com menores porcentagens do genoma das espécies exóticas, foi possível selecionar clones que associam alta produção e boa porcentagem de tubérculos graúdos (Tabela 12).

4.4 Considerações Gerais

A heterose nos cruzamentos entre cultivares de *S. tuberosum* e espécies exóticas é frequentemente relatada na literatura (Cubillos e Plaisted, 1976; Tam e Tai, 1977; De Jong e Tai, 1977; Hoopes, Plaisted e Cubillos, 1980; Munoz e Plaisted, 1981; Ortiz et al., 1991a; Darmo e Peloquin, 1991). Buso, Boiteux e Peloquin (1999a) encontraram clones com 25% de *S. chacoense* com excelentes características agrônomicas e aparência dentro dos padrões das cultivares de *S. tuberosum*.

Neste trabalho, em todos os experimentos houve baixa performance das famílias obtidas pelo intercruzamento de clones EOA (25% de *S. chacoense*) e daquelas com 50% do genoma da ssp. *andigena*. A alta porcentagem do genoma das espécies não adaptadas é citada como uma das causas dos baixos desempenhos de híbridos em algumas situações (Bani-Aameur et al., 1991; Yerk e Peloquin, 1990). Em outros trabalhos com híbridos interespecíficos do Programa de Melhoramento da Batata da UFLA, foi sugerido o retrocruzamento com *S. tuberosum*, uma vez que a porcentagem do genoma das espécies não adaptadas ainda parecia alto nos híbridos, conferindo baixa produção de tubérculos (Lambert e Pinto, 1996; Andrade et al., 1998; Nurmberg e Pinto, 1998).

Observando-se as médias das famílias nos experimentos, nota-se que houve, em todos eles, boa performance de famílias com 25%, 12,5% e 0% do genoma exótico. A importância dos retrocruzamentos, principalmente com bons genótipos de *S. tuberosum*, foi mostrada pelo comportamento de algumas famílias oriundas do retrocruzamento de clones EOA's (25% de *S. chacoense*) e ESL's (50% da ssp. *andigena*).

A escolha dos genitores diplóides também é um aspecto importante a ser levado em conta para o sucesso da seleção nas populações híbridas. Darmo e Peloquin (1991) indicaram, a partir de estudos de capacidade combinatória, clones diplóides com boa capacidade de combinação com cultivares tetraplóides de *S. tuberosum* para várias características, entre elas a produção e aparência de tubérculos. Similarmente, a escolha das cultivares tetraplóides deve ser criteriosa, como ressaltaram Yerk e Peloquin (1990). Estes autores não encontraram heterose em progênies 4x x 2x, somente quando a cultivar brasileira Chiquita, não adaptada às condições em que o estudo foi realizado, era utilizada como parental. Os cruzamentos testes têm sido recomendados, uma vez que nem sempre a seleção de genitores pelo fenótipo é satisfatória.

Vários autores têm encontrado clones produtivos com boa aparência de tubérculos, oriundos de famílias híbridas de *S. tuberosum* com espécies não adaptadas. Híbridos F₁ entre *S. tuberosum* e *S. acaule* apresentaram aparência similar à exibida por cultivares tetraplóides (Watanabe et al., 1994). A presença de grande número de clones com aspecto indesejável de tubérculos e de algumas famílias com baixa produção, aqui encontrados, reforça a idéia da escolha mais criteriosa dos genitores. A média de produção da família OMM-91 x Atlantic foi boa em dois experimentos, além da boa aparência de tubérculos. Os materiais OMM foram selecionados para características agrônômicas por Moraes e Pinto

(1996) e os clones EOA foram obtidos através de cruzamentos sem uma seleção criteriosa dos genitores diplóides.

Notou-se boa performance para o peso específico de tubérculos, mostrada pela média de algumas famílias e, principalmente, dos clones selecionados. Esta característica é de grande importância nas populações de melhoramento, com já foi enfatizado. A prioridade atual em uma boa cultivar não é mais somente o bom desempenho agrônômico, mas principalmente a alta qualidade culinária (AGRIANUAL, 2001). Assim, se confirmada a boa performance dos clones para a característica peso específico de tubérculos em um número maior de ensaios, estes futuramente podem ser usados como genitores em programas de melhoramento.

Como mostrado nos dados do experimento de clones de Lavras, foi possível selecionar clones oriundos de diferentes composições genômicas com alta produção, inclusive de clones com 50% da *ssp. andigena*. A formação de populações com ampla base genética é importante para o melhoramento da batata, principalmente em condições tropicais. A seleção de clones com alta produção e matéria seca, aliada à estabilidade e adaptação às condições de estresse ambiental, representa um avanço para os programas de melhoramento destas regiões, que passam a depender menos das cultivares desenvolvidas em condições subtropicais. A tolerância ao calor e resistência a patógenos e pragas, por exemplo, têm sido exploradas pelo CIP (Centro Internacional da Batata) (Ortiz, Iwanaga e Peloquin, 1994). Menezes (1999), avaliando populações híbridas entre cultivares com clones tolerantes ao calor provenientes do CIP, encontrou clones promissores para as condições do sul de Minas. Os clones oriundos destes trabalhos podem ser utilizados como genitores nos programas de melhoramento ou como cultivares.

Os clones selecionados neste trabalho devem ser avaliados também para outras características agronômicas, como arquitetura de planta, comprimento de estolões e presença de defeitos fisiológicos internos no tubérculo, entre outras. Estes ensaios devem ser conduzidos em várias localidades, para seleção de materiais com ampla adaptação.

5 CONCLUSÕES

Foi possível selecionar clones com alta produção, alto peso específico de tubérculos, boa percentagem de tubérculos graúdos e aparência de tubérculos, a partir de famílias das diferentes composições genômicas testadas.

De maneira geral, as famílias com maior porcentagem do genoma das espécies exóticas apresentaram pior aparência de tubérculos e menor produção de tubérculos, porcentagem de tubérculos graúdos e peso médio de tubérculos.

A principal limitação dos clones das espécies exóticas utilizadas foi a aparência de tubérculos, observando-se alta frequência de híbridos com tubérculos de aspecto indesejável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL 2001. Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio. 2000. 546p.
- ANDRADE, O.E.; PINTO, C.A.B.P.; CARDOSO, M.G; SOUZA, J.C. Comportamento de híbridos tetraplóide-diplóide (4x-2x) entre *Solanum tuberosum* L. x (*S. tuberosum* L. x *S. chacoense* Bitt.). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.22, n.3, p.265-272, jul./set. 1998.
- BANI-AAMEUR, F.; LAUER, F.I.; VEILLEUX, R.E. Enhancement of diploid *Solanum chacoense* Bitt. using adapted clones of *Solanum phureja* Juz. & Bulk. *Euphytica*, Wageningen, v.68, n.3, p.169-179, 1993.
- BANI-AAMEUR, F.; LAUER, F.I.; VEILLEUX, R.E.; HILALI, A. Genomic composition of 4x-2x potato hybrids: influence of *Solanum chacoense*. *Genome*, Ottawa, v.34, n.3, p.413-420, June 1991.
- BARBOSA, M.H. Capacidade combinatória e comparação entre critérios de seleção de clones de batata (*Solanum tuberosum* L.). Lavras: UFPA, 1996. 143p. (Tese- Doutorado em Fitotecnia)
- BARBOSA, M.H.; 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. 1998a.
- BARBOSA, M.H.; PINTO, C.A.B.P. Eficiência de índices de seleção na identificação de clones superiores de batata. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.33, n.2, p.149-156, fev. 1998b.
- BEARZOTI, E. Comparação entre métodos estatísticos na avaliação de clones de batata em um programa de melhoramento. Lavras: ESAL, 1994. 128p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- BEARZOTI, E.; PINTO, C.A.B.P.; OLIVEIRA, M.S. de. Comparação entre métodos estatísticos na avaliação de clones em um programa de melhoramento de batata. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.32, n.9, p.877-884, set. 1997.

- BIRHMAN, R. K.; KANG, G.S.** Analysis of variation and interrelationships in potato germplasm. *Euphytica*, Wageningen, v.68, n.1-2, p.17-26, 1993.
- BONIERBALE, M.W.; PLAISTED, R.L.; TANSKLEY, S.D.** A test of maximum heterozygosity hypothesis using molecular markers in tetraploid potatoes. *Theoretical and Applied Genetics*, Viena, v.86, p.481-491, 1993.
- BRADSHAW, J.E.; MACKAY, G.R.** Breeding strategies for clonally propagated potatoes. In: **BRADSHAW, J.E.; MACKAY, G.R.** *Potato Genetics*. Wallingford: CAB International, 1994. p.467-497.
- BROWN, J.** A comparison between single plant plots and five plant plots for the initial selection stage of a potato breeding programme. *Euphytica*, Wageningen, v.36, n.3, p. 7111-718, 1987.
- BUSO, J.A.** Os programas de melhoramento genético de batata no Brasil. In: **HIDALGO, A. RINCON, H.R.** (eds.). *Avances en el mejoramento genetico de la papa en los paises del cono sur*. Lima: CIP, 1990. p.31-34.
- BUSO, J.A., BOITEUX, L.S., PELOQUIN, S. J.** Comparison of haploid-*Solanum chacoense* versus *Solanum phureja* haploid tuberosum hybrids as staminate parents of 4x-2x progenies evaluated under distinct crop management systems. *Euphytica*, Wageningen, v.109, n.3, p.191-199, 1999c.
- BUSO, J.A.; BOITEUX, L.S.; PELOQUIN, S.J.** Evaluation under long day conditions of 4x-2x progenies from crosses between potato cultivars and haploid Tuberosum-*Solanum chacoense* hybrids. *Annals of Applied Biology*, London, v.135, n.1, p.35-40, Feb. 1999a.
- BUSO, J.A.; BOITEUX, L.S.; PELOQUIN, S. J.** Heterotic effects for yield and tuber solids and type of gene action for five traits in 4x potato families derived from interploid (4x-2x) crosses. *Plant Breeding*, Berlin, v.119, n.1, p.111-117, Feb. 2000.
- BUSO, J.A.; BOITEUX L.S., PELOQUIN, S. J.** Multitrait selection system using populations with a small number of interploid (4x-2x) hybrid seedlings in potato: Degree of high-parent heterosis for yield and frequency of clones combining quantitative agronomics traits. *Theoretical and Applied Genetics*, Viena, v.99, n.1-2, p.81-91, July 1999b.

- BUSO, J.A.; PELOQUIN, S.J.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. Utilização de cruzamentos $2n=4x=48 \times 2n=2x=24$ ($4x \times 2x$) no melhoramento de batata. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.5, n.1, p.50, maio 1987. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 27., Brasília, 1987. Resumos... Brasília: [s.n.], 1987.
- CIUDAD, F.P. Recursos Genéticos para o melhoramento da batata. In: CONGRESSO DE OLERICULTURA, 20., 1980, Brasília. Resumos... Brasília: Embrapa, 1980. p.13.
- CIUDAD, F.P.; MIRANDA, J.E.C.; GUEDES, J.A. Avanços do trabalho de melhoramento genético da batata na EMBRAPA - UEPAE de Brasília. In: CONGRESSO DE OLERICULTURA, 20., 1980, Brasília. Resumos... Brasília: Embrapa, 1980. p.13.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, 1997. 390p.
- CUBILLOS, A.G.; PLAISTED, R.L. Heterosis for yield in hybrids between *S. tuberosum* ssp. *tuberosum* and ssp. *andigena*. *American Potato Journal*, Orono, v.53, n.4, p.143-150, Apr. 1976.
- CUNHA, A.L. Caracterização agronômica e produção de pólen $2n$ de híbridos de dihaplóides de *Solanum tuberosum* x *S. chacoense*. Lavras: ESAL, 1992. 83p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)
- CUNHA, A.L.; PINTO, C.A.B.P.; DAVIDE, L.C. Flowering behavior and $2n$ pollen production in dihaploid *Solanum tuberosum* x *Solanum chacoense* hybrids. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, v.17, n.3, p-305-308, set. 1994.
- DARMO, E.; PELOQUIN, S.J. Use of $2x$ *tuberosum* haploid-wild species hybrids to improve yield and quality in $4x$ cultivates potato. *Euphytica*, Wageningen, v.53, n.1, p.1-9, Feb. 1991.
- DE JONG, H.; TAI, G.C.G. Analysis of tetraploid-diploid hybrids in cultivated potatoes. *Potato Research*, Wageningen, v.20, p.111-121, 1977.

- DE JONG, H.; TAI, G.C.G. Yield potential and genotype-environment interactions of tetraploid-diploid (4x-2x) potato hybrids. *American Potato Journal*, Orono, v.58, n.4, p.191-199, Apr. 1981.
- DE JONG, H.; TAI, G.C.C. Evaluation of potato hybrids obtained from tetraploid-diploid crosses. I. Parent-offspring relationships. *Plant Breeding*, Berlin, v.107, p.177-182, 1991.
- DOUCHES, D.S.; MAAS, D.; JASTREBSKI, K. CHASE, R.W. Assessment of potato breeding progress in the USA over the last century. *Crop Science*, Madison, v.36, n.6, p.1544-1552, Nov./Dec. 1996.
- DUQUE, M.I.M. Avaliação e seleção de clones de batata (*Solanum tuberosum* L.). Lavras: ESAL, 1983. 88p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- FEDERER, W.T. Augmented designs. *Hawain Planter's Record*, v.55, 1956. p.191-208.
- FERREIRA, D.F. MAPGEN, 1993. (Não publicado).
- FILGUEIRA, F.A.R. Práticas culturais adequadas em Bataticultura. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.20, n.127, p.34-41, mar./abr. 1999.
- FURUMOTO, O. Utilização de germoplasma andígena na ampliação da base genética da batata. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.11, n.1, p.3-7, maio 1993.
- FURUMOTO, O.; PLAISTED, R.L.; EWING, E.E. Comparison of two techniques for introgression of unadapted andígena germ plasm into temperate germ plasm. *American Potato Journal*, Orono, v.68, n.6, p.391-404, June, 1991.
- GAMARRA, D.C. Influência dos triçomas glandulares da batateira *S. berthaultii* Hawkes na ação de *Aphidius calemani* Viereck, 1912 (Hymenoptera: Aphidae) e de *Scymnus (Pullus) argentanicus* Weise, 1906 (Coleoptera: Coccinellidae) sobre o pulgão *Myzus persicae* Sulzer, 1776 (Homoptera: Aphididae). Lavras: UFLA, 1996. 76p. (Dissertação - Mestrado em Entomologia)

- GEPTS, P. Origin and evolution of common bean: past events and recent trends. *HortScience*, Alexandria, v.33, n.7, p.1124-1130, Dec. 1998.
- GOULD, W.A. Quality of potatoes for chip manufacture. In: **THE POTATO ASSOCIATION OF AMERICA. SYMPOSIUM POTATO QUALITY INDUSTRY NEEDS FOR GROWTH**, 1988, Grand Forks, p.10-20.
- GRUN, P. The evolution of cultivated potatoes. *Economic Botany*, New York, v.44, n.3, p.39-55, 1990. (Supplement)
- HANNEMAN JR, R.E. The potato germplasm resource. *American Potato Journal*, Orono, v. 66, n. 10, p.655-667, Oct. 1989.
- HAWKES, J.G. Origins of cultivated potatoes and species relationships. In: **BRADSHAW, J.E.; MACKAY, G.R. Potato Genetics**, Wallingford: CAB International, 1994. p.3-42.
- HAWKES, J.G. A database for wild and cultivated potatoes. *Euphytica*, Wageningen, v.93, n.2, p.155-161, 1997.
- HERMSEN, J.G.TH. Introgression of genes from wild species. In: **BRADSHAW, J.E.; MACKAY, G.R. Potato Genetics**. Wallingford: CAB International, 1994. p.515-537.
- HILALI, A.; LAUER, F.I.; VEILLEUX, R.E. Reciprocal differences between hybrids of *Solanum tuberosum* groups tuberosum (haploids) and phureja. *Euphytica*, Wageningen, v.36, n.2, p.631-639, 1987.
- HOOPES, R.W.; PLAISTED, R.L. CUBILLOS, A.G. Yield and fertility of reciprocal-cross tuberosum-andigena hybrids. *American Potato Journal*; Orono, v.57, n.6, p.275-284, June 1980.
- HOSAKA, K.; HANNEMAN, R.E. JR. The origin of the cultivated tetraploid potato based on chloroplast DNA. *Theoretical and Applied Genetics*, Viena, v.76, p.172-176, 1988.
- HUTTEN, R.C.B.; SCHULBERG, E.J.M.N.; HERMSEN, J.G.TH.; JACOBSEN, E. Analysis of di-haploid induction and production ability and seed parent x pollinator interaction in potato. *Euphytica*, Wageningen, v.72, n.1-2, p.61-64, 1994.

- HUTTEN, R.C.B.; SCHIPPERS, M.G.M.; TIL, P.M.; HERMSEN, J.G.Th.; JACOBSEN, E. Analysis of parental effects on mean vine maturity and chip color of 4x-2x potato progenies. *Euphytica*, Wageningen, v.88, n.3, p.175-179, 1996.
- ININDA, J.; FEHR, W.R.; CIANZIO, S.R.; SCHNEBLY, S.R. Genetic gain in soybean populations with different percentages of plant introduction parentage. *Crop Science*, Madison, v.36, n.6, p.1470-1472, Nov./Dec. 1996.
- JACOBSEN, T.L.; JANSKY, S.H. Effects of pre-breeding wild species on tuberization of *Solanum tuberosum* haploid-wild species hybrids. *American Potato Journal*, Orono, v.66, n. 12, p.803-811, Dec. 1989.
- JONHSTON, S.A.; NIJS, A.P.M. den; PELOQUIN, S.J.; HANNEMAN Jr., R.E. The significance of genetic balance to endosperm development in interspecific crosses. *Theoretical and Applied Genetics*, Viena, v.57, n.1-2, p.5-9, July 1980.
- KIDANE-MARIAM, H.M.; PELOQUIN, S.J. The effect of direction of hybridization (4x x 2x vs. 2x x 4x) on yield of cultivated potatoes. *American Potato Journal*, Orono, v.51, n.10, p.331-336, Oct. 1974.
- KNAPP, S.J.; STOUP, W.W.; ROSS, W.M. Exact confidence intervals for heritability on a progeny mean basis. *Crop Science*, Madison, v.25, n.1, p.192-194, Jan./Fev. 1985.
- LAMBERT, E.S.; PINTO, C.A.B.P. Ampliação da base genética da batata cultivada (*Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*) pelo emprego *Solanum phureja*. In : CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFLA-CICESAL, 9., 1996, Lavras. Resumos... Lavras: UFLA, 1996. p.35.
- LEUE, E.F.; PELOQUIN, S.J. Selection for 2n gamets and tuberization in *Solanum chacoense*. *American Potato Journal*, Orono, v.57, n.4, p.189-195, Apr, 1980.
- MARIS, B. Comparison of diploid and tetraploid potato families derived from *Solanum phureja* x dihaploid *S. tuberosum* hybrids and their vegetative doubled counterparts. *Euphytica*, Wageningen , v.46, n.1, p.15-33, Mar. 1990.

- MAUNDER, A.B.** Identification of useful germplasm for practical plant breeding programs. In: **SYMPOSIUM ON PLANT BREEDING IN THE 1990s**, 1990, Oxon, UK, **Proceedings...** Oxon, UK: CAB International, p.147-169, 1992.
- McHALE, N.A.; LAUER, F.I.** Inheritance of tuber traits from phureja in diploid phureja - tuberosum hybrids. **American Potato Journal**, Orono, v.58, n.7, p.93-101, July, 1981a.
- McHALE, N.A.; LAUER, F.I.** Breeding value of 2n pollen from diploid hybrids and phureja in 4x-2x crosses in potatoes. **American Potato Journal**, Orono, v.58, p.365-374, 1981b.
- MENDIBURU, A.O.; MOK, D.W.S.; PELOQUIN, S.J.** Potato breeding with haploids and 2n gametes. In: **KASHA, K.J. (ed.). Haploids in Higher Plants.** Guelph: Guelph University Press, 1974 p.249-258.
- MENDIBURU, A.O.; PELOQUIN, S.J.** Bilateral sexual polyploidization in potatoes. **Euphytica**, Wageningen, v.26, n.3, p.573-583, 1977.
- MENDOZA, H. A.** Population breeding as a tool for germplasm enhancement. **American Potato Journal**, Orono, v.66, n.10, p.639-653, Oct. 1989.
- MENDOZA, H. A.; HAYNES, F.L.** 1974. Genetic basis of heterosis for yield in the autotetraploid potato. **Theoretical and Applied Genetics**, Viena, v.45, p21-25, 1974a.
- MENDOZA, H.; HAYNES, F.L.** Genetic relationship among potato cultivars grown in the United States. **HortScience**, Alexandria, v.9, n.4, p.328-330, Aug. 1974b.
- MENEZES, C.B. de; PINTO, C.A.B.P.** Efeitos de temperaturas altas na produção da batata e escolha de parentais para o melhoramento visando a seleção de clones tolerantes. In: **CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA ESAL/UFLA, 8; SEMINÁRIO DE AVALIAÇÃO DO PIBIC/CNPq, 3.** 1995, Lavras, Resumos... Lavras: UFLA, 1995. p.115.
- MENEZES, C.B.** Escolha de genitores e seleção de clones de batata para as safras de inverno e das águas. Lavras: UFLA, 1999. 117p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)

- MOK, D.W.S.; PELOQUIN, S.J. Three mechanisms of $2n$ pollen formation in diploid potatoes. **Canadian Journal of Genetics and Cytology, Ontario**, v.17, n.2, p.217-225, 1975.
- MOMENTÉ, V.G.; PINTO, C.A.B.P. Seleção de clones de batata em famílias obtidas por cruzamentos biparentais, polinização livre e autofecundação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.30, n.11, p.1319-1325, nov. 1995.
- MORAIS, O.M.; PINTO, C.A.B.P. Selection for yield, tuber specific gravity and high $2n$ pollen production in potato hybrids between *Solanum tuberosum* L. and wild species *Solanum chacoense* Bitt. **Revista Brasileira de Genética, Ribeirão Preto**, v.19, n.3, p.459-463, set. 1996.
- 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 Citology, Alexandria**, v.7, n.1, p. 40-51, 1978.
- MUNOZ, F.J.; PLAISTED, R.L. Yield and combining abilities in andigena potatoes after six cycles of recurrent phenotypic selection for adaptation to long day conditions. **American Potato Journal, Orono**, v.58, n.9, p.469-479, Sept. 1981.
- NURMBERG, P.L.; PINTO, C.A.B.P. Ampliação da base genética da batata (*Solanum tuberosum* L.) pelo emprego de germoplasma selvagem. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFLA - CICESAL, 11., 1998, Lavras. Resumos... Lavras: UFLA, 1998. 71p.
- OLIVEIRA, M.N.; DAVIDE, L.C.; PINTO, C.A.B.P. Mechanisms of $2n$ potato pollen formation in dihaploid *Solanum tuberosum* L. x *S. chacoense* Bitt. hybrid clones. **Revista Brasileira de Genética, Ribeirão Preto**, v.18, n.3, p.445-450, set. 1995.
- ORTIZ, R. Potato breeding via ploidy manipulations. In: JANICK, J. (ed.). **Plant Breeding Reviews, New York**, v.16, p.15-87, 1998.
- ORTIZ, R.; FREYRE, R; PELOQUIN, S.J; IWANAGA, M. Adaptation to day length and yield stability of families from $4x \times 2x$ crosses in potato. **Euphytica, Wageningen**, v.56, n.2, p.187-198, July, 1991a.

- ORTIZ, R.; FREYRE, R; PELOQUIN, S.J; IWANAGA, M. Efficiency of the 4x - 2x breeding scheme in potato for multitrait selection and progeny testing. **Theoretical and Applied Genetics**, Viena, v.82, p.602-608, 1991b.
- ORTIZ, R; IWANAGA, M.; MENDOZA, H.A. Combining ability and parental effects in 4x-2x crosses for potato breeding. **Potato Research**, Wageningen, v.31, p.643-650, 1988.
- ORTIZ, R.; IWANAGA, M; PELOQUIN, S.J. Breeding potatoes for developing countries using wild tuber bearing *Solanum* spp. and ploidy manipulations. **Journal of Genetics & Breeding**, Madison, v.48, p.89-98, Mar. 1994.
- PELOQUIN, S.J. New approaches to breeding potatoes for the year 2000. In: HOOKER, W.J. (ed.). **Research for the potato in the year 2000**. Lima: CIP, 1983. p.32-34.
- PELOQUIN, S.J.; ORTIZ, R. Techniques for introgressing unadapted germplasm to breeding populations. In: SYMPOSIUM ON PLANT BREEDING IN THE 1990s, 1990, Oxon, UK, **Proceedings...** Oxon, UK: CAB International, p.485-507, 1992.
- PELOQUIN, S.J; YERK, G.L.; WERNER, J.E.; DARMO, E. Potato Breeding with haploids, and 2n gamets. **Genome**, Ottawa, v.31, n.6, p.1000-1004, Dec. 1989.
- PINTO, C.A.B.P. Hibridação em batata. In: BORÉM, A. (ed.). **Hibridação artificial de plantas**. Viçosa: UFV, 1999. p139-151.
- 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.
- PLAISTED, R.L.; HOOPEES, R.W. The past record and future prospects for the use of exotic potato germplasm. **American Potato Journal**, Orono, v.66, n.10, p.603-627, Oct. 1989.
- RASCO Jr., E.T.; PLAISTED, R.L.; EWING, E.E. Photoperiod response and earliness of *S. tuberosum* ssp. *andigena* after six cycles of recurrent selection for adaptation to long days. **American Potato Journal**, Orono, v.57, n.9, p.435-447, Sept. 1980.

- RASMUSSEN, D.C.; PHILIPS, R.L. Plant breeding progress and genetic diversity from de novo variation and elevated epistasis. *Crop Science*, Madison, v.37, n.2, p.303-310, Mar./Apr. 1997.
- ROSS, H. The importance of the potato gene centre for breeding and for the understanding of the origin of the cultivated potato. *Genetica Agrária*, Roma, v. 17, p.123-134, 1963.
- ROSS, H. *Potato breeding - Problems and Perspectives*. Berlin, Verlag and Hamburg: Paul Parey, 1986. 132p.
- ROWE, P.R. Performance of diploid and vegetatively doubled clones of phureja-haploid tuberosum hybrids. *American Potato Journal*, Orono, v.44, n.6, p.195-203, June 1967.
- RUTTENCUTTER, G.; HAYNES, F.L.; MOLL, R.H. Estimation of narrow-sense heritability for specific gravity in diploid potatoes (*Solanum phureja* and *stenotomum*). *American Potato Journal*, Orono, v.56, n.9, p.447-453, Sept. 1979.
- SALAMONI, A.T.; PEREIRA, A.S.; VIÉGAS, J.; CAMPOS, A.D.; CHALÁ, C.S. de A. Variância genética de açúcares redutores e matéria seca e suas correlações com características agronômicas em batata. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n.7, p.1441-1445, jul. 2000.
- SANFORD, J.C.; HANNEMAN JR., R. E. A possible heterotic threshold in the potato and its implications for breeding. *Theoretical and Applied Genetics*, Viena, v.61, p.151-159, 1982.
- SANFORD, L.L.; LADD JR., T.L. Performance of populations derived by selecting for resistance to potato leafhopper in a 4x-*Solanum tuberosum* x 2x-*Solanum chacoense* cross. *American Potato Journal*, Orono, v.69, p.391-400, June, 1992.
- SANFORD, L.L.; DEAHL, K.L.; SINDEN, S.L.; KOBAYASHI, R.S. Glycoalkaloid content in tubers of hybrid and backcross populations from a *Solanum tuberosum* x *S. chacoense* cross. *American Potato Journal*, Orono, v.72, n.5, p.263-271, May 1995.

- SANTOS, M.X.; POLLAK, L.M.; PACHECO, C.A.P. Incorporating different proportions of exotic maize germplasm into two adapted populations. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v.23, n.2, p.445-451, June 2000.
- SCOTT, A.J; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping mean in the analyses of variance. **Biometrics**, Fort Collins, v.30, n.3, p.507-512, Sept. 1974.
- SERQUÉN, F.C.; PELOQUIN, S.J. Variation for agronomic and processing traits in *Solanum tuberosum* haploids x wild species hybrids. **Euphytica**, Wageningen, v.89, n.2, p.185-191, 1996.
- SIMMONDS, N.W. Studies on the tetraploid potatoes II. Factors in the evolution of the Tuberosum group. **Journal of the Linnean Society Botany**, London, v.59, p.43-56, 1964.
- SIMMONDS, N.W. Potatoes. In : SIMMONDS, N.W. (ed.). **Evolution of crop plants**. London: Longman, 1979 p.279-283.
- SPOONER, D.M.; BAMBERG, J.B. Potato genetic resources: sources of resistance and systematics. **American Potato Journal**, Orono, v.71, n.5, p.325-337, May 1994.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 633p.
- STEIN, C.P. Resistência de cultivares de *Solanum tuberosum* e de híbridos de *S. tuberosum* x *S. berthaultii* a *Myzus persicae* (Sulzer), *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard), *Phthorimaea operculella* (Zeller) e pragas de solo. Piracicaba: 1998. 74p. (Tese - Doutorado em Entomologia)
- TARN, T.R.; TAI, G.C.C. Heterosis and variation in yield components in F₁ hybrids between group Tuberosum and group Andigena. **Crop Science**, Madison, v.17, n.4, p.517-521, Jul./Aug. 1977.
- THILL, C.A.; PELOQUIN, S.J. Tetraploid potato clones with 25 percent wild species germplasm that produce cold (4°C) chipping progenies. **American Potato Journal**, Orono, v.72, n.10, p.659-660, Oct. 1995.

- VEILLEUX, R.E.; PAZ, M.M.; LEVY, D. Potato germplasm development for warm climates: genetic enhancement of tolerance to heat stress. *Euphytica*, Wageningen, v.98, n.1-2, 83-92, 1997.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética Biométrica no Fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: SBG, 1992. 496p.
- VERMEER, H. Optimising potato breeding I. The genotypic, environmental and genotype-environmental coefficients of variation for tuber yield and other traits in potato (*Solanum tuberosum* L.) under different experimental conditions. *Euphytica*, Wageningen, v.49, n.3, p.229-239, Sept. 1990.
- VILA, V.B.; DAVIDE, L.C.; PINTO, C.A.B.F.P.; RAPOSO, F.V. Caracterização do nível de ploidia de híbridos de *Solanum tuberosum* L. x (*S. tuberosum* x *S. chacoense* Bitt.). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.21, n.3, p.353-357, jul./set. 1997.
- VILARÓ, F.L.; PLAISTED, R.L., HOOPES, R.W. Comparison of cytoplasmic males sterilities in progenies of tuberosum x andigena and tuberosum x neo-tuberosum crosses. *American Potato Journal*, Orono, v.66, n.1, p.13-24, Jan, 1989.
- WATANABE, K.N.; ORRILLO, S.V.M.; MASUELLI, R.; ISHIKI, K. Potato germplasm enhancement with disomic tetraploid *Solanum acaule*. II Assesment of breeding value of tetraploid F₁ hybrids between tetrasomic tetraploid *S. tuberosum* and *S. acaule*. *Theoretical and Applied Genetics*, Viena, v.88, n.2, p.135-140, May 1994.
- WERNER, J.E.; PELOQUIN, S.J. Potato haploid performance in 2x x 4x crosses. *American Potato Journal*, Orono, v.68, n.12, p.801-811, Dec. 1991a.
- WERNER, J.E.; PELOQUIN, S.J. Yield and tuber characteristics of 4x progeny from 2x x 2x crosses. *Potato Research*, Wageningen, v.34, p.261-267, 1991b.
- YERK, G.L.; PELOQUIN, S.J. Performance of haploid x wild species, 2x hybrids (involving five newly evaluated species) in 4x x 2x families. *American Potato Journal*, Orono, v.67, n.7, p.405-417, July 1990.