

OTONIEL MAGALHÃES MORAIS

SELEÇÃO DE CLONES HÍBRIDOS DE DIHAPLÓIDES DE *Solanum tuberosum* L.
x *Solanum chacoense* Bitt PARA PRODUÇÃO, PESO ESPECÍFICO DOS
TUBÉRCULOS E ALTA FREQUÊNCIA DE PÓLEN 2n

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso 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

1994

Morais, Otoniel Magalhães.

Seleção de clones híbridos de dihaplóides de *Solanum tuberosum* L. x *Solanum chacoense* Bitt, para produção, peso específico dos tubérculos e alta frequência de pólen $2n$ / Otoniel Magalhães Moraes. -- Lavras: ESAL, 1994.

70 p. : il.

Orientador: César Augusto Brasil Pereira Pinto.

Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras.

Bibliografia.

1. Batata - Híbridos dihaplóides - Espécies - Seleção. 2. Batata - Melhoramento genético. 3. Batata - Pólen $2n$ - Avaliação. 4. Batata - Tubérculos - Peso específico. I. Escola Superior de Agricultura de Lavras. II. Título.

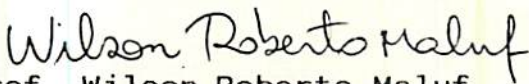
CDD-633.4913

OTONIEL MAGALHÃES MORAIS

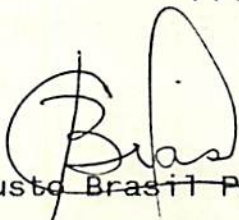
SELEÇÃO DE CLONES HÍBRIDOS DE DIHAPLÓIDES DE *Solanum tuberosum* L.
x *Solanum chacoense* Bitt PARA PRODUÇÃO, PESO ESPECÍFICO DOS
TUBÉRCULOS E ALTA FREQUÊNCIA DE PÓLEN 2n

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do título de "Mestre".

Aprovada em 30 de maio de 1994


Prof. Wilson Roberto Maluf


Prof. João Bosco dos Santos


Prof. César Augusto Brasil Pereira Pinto
(Orientador)

Aos meus pais

Benedito e Oneide

Minha gratidão e homenagem.

*À minha esposa Lucia Tereza
e à meus filhos Diogo, Mayza
e Átila fontes de profundo
amor*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, por tudo.

À Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), pela oportunidade concedida.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), pela minha liberação para realizar este treinamento.

Ao Professor César Augusto Brasil Pereira Pinto, pela valiosa orientação, ensinamentos transmitidos, confiança e principalmente pela amizade demonstrada.

Ao Professor Wilson Roberto Maluf, pela participação, importantes sugestões apresentadas e ensinamentos transmitidos.

Ao Professor João Bosco dos Santos, pela participação e valiosas sugestões apresentadas para o trabalho.

Aos Professores do Curso de Genética e Melhoramento de Plantas pelos inestimáveis ensinamentos transmitidos.

À Professora Lisete Chamma Davide, pelos ensinamentos transmitidos, disponibilidade e amizade demonstrada.

Aos Professores da UESB, Abel Rebouças São José, Tiyoko Nair Hojo Rebouças e Sandro Correia Lopes, pelo incentivo, confiança e amizade, demonstrado durante estes anos de convivência.

À Cícero Deschampes, companheiro de ontem e sempre, pela amizade.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação na ESAL: Andréa, Daniel, Dehon, Elaine, Joaquim, Maria Rosa, Elias, Nair, Éder, Sérgio Toshio, Benedita, Leonardo Rosse, Eduardo Bearzoti, Marcelo Tavares, Eurides, Renato Inecco, Márcio (TO), Nerivaldo, Renata e especialmente à Valéria Momenté, Marcelo Oliveira e Guilherme Nippes pelo convívio, amizade e companheirismo.

Aos colegas "Batateiros" Eidy, Gabriela, Cláudio, Pedro, Eduardo Bearzoti, Ceará, Paulo Martins, Valéria, Marcelo Oliveira, Márcio Henrique e Vilma, pela ajuda, convívio e amizade.

Aos colegas dos demais cursos de Pós-Graduação da ESAL.

Aos trabalhadores de campo e funcionários do Departamento de Biologia/ESAL, pela inestimável ajuda na realização deste trabalho.

Aos funcionários da Biblioteca/ESAL, pelo atendimento e correção das referências bibliográficas.

À Gabriela (TECLA), pelos serviços de digitação.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma para o êxito deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	xi
SUMMARY	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Estratégias empregadas para o melhoramento da batata .	3
2.2 Melhoramento ao nível diplóide	7
2.2.1 Redução da ploidia de <i>S. tuberosum</i>	7
2.2.2 Híbridos de dihaplóides de <i>S. tuberosum</i> x espécies diplóides	10
2.2.3 Poliploidização sexual	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 Obtenção da primeira geração clonal	25
3.2 Obtenção da segunda geração clonal	25
3.3 Condução dos experimentos	26
3.3.1 Experimento 1	26
3.3.2 Experimento 2	28
3.4 Análises estatísticas	29
3.4.1 Análise de variância	29
3.4.2 Estimativa dos parâmetros genéticos e fenotípicos ..	32

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1 Caracteres agronômicos	35
4.2 Caracteres de florescimento	49
5 CONCLUSÕES	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Resumo da ANAVA para os caracteres avaliados	31
2	Resumo das análises das variâncias da produção por planta (kg), peso médio de tubérculos (g), peso específico dos tubérculos, maturação (dias após emergência), comprimento do estolão (cm) e quantidade de pólen na antera dos híbridos 2x (dihaplóides de <i>S. tuberosum</i> x <i>S. chacoense</i>)	36
3	Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos relativos à produção por planta (kg), peso médio dos tubérculos (g), peso específico dos tubérculos, maturação (dias após emergência), comprimento do estolão (cm) e quantidade de pólen (notas) dos híbridos 2x (dihaplóides de <i>S. tuberosum</i> x <i>S. chacoense</i>)	37
4	Coeficientes de correlação genética (r_G), fenotípica (r_F) e ambiental (r_E) entre os caracteres produção por planta (kg), peso médio de tubérculos (g), peso específico dos tubérculos e maturação (dias após emergência)	38

Tabela

5	Médias originais das características produção por planta (kg), peso médio dos tubérculos (g), peso específico dos tubérculos, maturação (dias após emergência), comprimento do estolão (cm), frequência de pólen 2n (%), viabilidade do pólen 2n (%), viabilidade do pólen n (%) e abundância de pólen (notas) dos clones híbridos 2x (dihaplóides de <i>S. tuberosum</i> x <i>S. chacoense</i>) selecionados e testemunhas	40
6	Ganhos esperados com a seleção de 14 clones (% $G_{S(14)}$) baseado na produção de tubérculos e frequência de pólen 2n e ganhos esperados com a seleção em características individuais (% G_s) para produção por planta (kg), peso médio dos tubérculos (g), peso específico dos tubérculos, maturação (dias após emergência), comprimento do estolão (cm) e quantidade de pólen (notas)	44
7	Aspecto geral dos tubérculos dos clones híbridos 2x (dihaplóide de <i>S. tuberosum</i> x <i>S. chacoense</i>) selecionados	48

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Distribuição de freqüência dos 167 clones relativos a produção de tubérculo por planta (kg)	41
2	Distribuição de freqüência dos 167 clones relativos ao peso médio dos tubérculos (g)	42
3	Distribuição de freqüência dos 167 clones relativos ao peso específico dos tubérculos	43
4	Distribuição de freqüência dos 167 clones relativos a maturação (dias após emergência)	45
5	Distribuição de freqüência de 164 clones relativos ao comprimento do estolão (cm)	47
6	Distribuição de freqüência de 155 clones relativos a quantidade de pólen (notas)	49
7	Distribuição de freqüência de 155 clones relativos a freqüência de pólen $2n$ (%)	51
8	Distribuição de freqüência de 155 clones relativos a viabilidade do pólen $2n$ (%)	52
9	Distribuição de freqüência de 155 clones relativos a viabilidade do pólen n (%)	52

Figura

Página

10	Médias das temperaturas máxima e mínima registradas no período de março a maio. Departamento de Biologia - ESAL, Lavras-MG, 1993	54
----	--	----

RESUMO

MORAIS, OTONIEL MAGALHÃES. Seleção de clones híbridos de dihaplóides de *Solanum tuberosum* L. x *Solanum chacoense* Bitt. para produção, peso específico dos tubérculos e alta frequência de pólen 2n. Lavras, ESAL, 1994. 70p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).*

Cento e sessenta e sete híbridos de dihaplóides de *S. tuberosum* x *S. chacoense* foram avaliados em dois ensaios realizados na área experimental do DBI/ESAL visando a seleção de clones com alta produção de tubérculos associado a alta frequência de pólen 2n. O primeiro ensaio foi realizado no período de março a maio de 1993, para avaliar os caracteres de florescimento e comprimento do estolão. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com três e cinco repetições, respectivamente e parcelas representadas por uma sacola plástica com uma planta. Os caracteres agronômicos foram avaliados em condições de campo no período de maio a outubro de 1993, em látice simples 13 x 13 e parcelas com três plantas no espaçamento de 0,80 x 0,35 m. Observou-se grande variação genética para todas as características avaliadas. As herdabilidades no sentido amplo a nível de médias de clones foram relativamente altas, indicando que ganhos com a seleção poderão

* Orientador: César Augusto Brasil Pereira Pinto. Membros da Banca: Wilson Roberto Maluf e João Bosco dos Santos.

ção poderão ser obtidos. A seleção direta para produção de tubérculos e frequência de pólen $2n$ acima de 5% proporcionou ganhos elevados. O efeito desta seleção sobre as demais características, foi relativamente baixo em decorrência das baixas correlações genéticas estimadas. Contudo, se a seleção fosse realizada diretamente para tais características, os ganhos seriam significativos, exceto para peso específico dos tubérculos. Os híbridos em geral apresentaram produção relativamente alta, mas os tubérculos foram de pequeno tamanho. A maior parte dos clones apresentou tubérculos com pele áspera, olhos rasos ou pouco profundos, formato oblongo ou ovalado, polpa branca e alto peso específico. Os clones foram mais tardios que as cultivares Monalisa e Bintje, utilizadas como padrão e apresentaram estolões longos. Identificou-se clones produtivos, com frequência de pólen $2n$ superior a 5% e com alto peso específico dos tubérculos, apresentando potencial para serem utilizados em cruzamentos com a espécie cultivada.

SUMMARY

MORAIS, OTONIEL MAGALHÃES. Selection of hybrid clones from *S. tuberosum* x *S. chacoense* for tuber yield, specific gravity and 2n pollen production. Lavras, ESAL, 1994. 70p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).*

One hundred and sixty seven dihaploid *S. tuberosum* x *S. chacoense* hybrids were evaluated in two trials in the Department of Biology at Escola Superior de Agricultura de Lavras, State of Minas Gerais, Brazil. The first trial was performed from March to May 1993 in order to evaluate flowering traits and stolon length. The experimental design was randomized complete blocks with five replications. Each plot was represented by a single plant grown in a polystyrene bag. In the second trial agronomic characters were evaluated under field conditions, from May to October 1993, using a 13 x 13 simple lattice design, with three plants per plot. It was observed great genetic variation for all traits. Broad sense heritabilities based on clone means were high showing that genetic gains can be attained. Direct selection for tuber yield and frequency of 2n pollen higher than 5% allowed high gains. The effect of this selection on the other traits was low due to the low genetic correlations between characters. However, direct selection

* Orientador: César Augusto Brasil Pereira Pinto. Membros da Banca: Wilson Roberto Maluf e João Bosco dos Santos.

for these characters would also provide high gains, except for specific gravity. In general, hybrids presented high yield but the tubers were of small size. Most clones had tubers with rough skin, shallow eyes, oblong or oval shape, white flesh and high specific gravity. They were also late maturing and had long stolons. High yielding clones producing frequency of $2n$ pollen higher than 5% and with high specific gravity were selected to be used in $4x-2x$ crosses.

1 INTRODUÇÃO

A batata cultivada (*Solanum tuberosum*) é uma espécie tetraplóide ($2n = 4x = 48$) que apresenta base genética estreita e por conseqüência, baixa variabilidade. Isto tem reduzido o ganho genético nos programas de melhoramento e dificultado a obtenção de genótipos superiores. Mais de 70% das espécies de *Solanum* que tuberizam são diplóides ($2n = 2x = 24$) e possuem uma ampla diversidade que pode ser introduzida no genoma da espécie cultivada. A partir da década de 60, Chase (1963) propôs um procedimento para ampliar a variabilidade genética através da utilização de espécies diplóides afins.

Um dos métodos utilizados para viabilizar estes cruzamentos é a redução da ploidia da batata cultivada para o nível diplóide (dihaplóide). Estes híbridos dihaplóide - espécie ($2x$) por sua vez são cruzados com cultivares adaptadas ($4x$) gerando uma progênie tetraplóide. A exploração de cruzamentos $4x-2x$ depende fundamentalmente da produção de gametas não reduzidos (pólen $2n$) pelo híbrido, os quais são responsáveis por transmitir a diversidade genética encontrada na espécie diplóide, assim como variação alélica necessária à máxima heterozigose, garantindo a obtenção de progênies tetraplóides vigorosas e com alta produtividade.

O sucesso das progênies tetraplóides depende principalmente do comportamento dos híbridos dihaplóides x espécie $2x$ os quais devem apresentar variabilidade para características específicas desejadas e produção de pólen $2n$. Entretanto, caracteres indesejáveis tais como estolões longos, iniciação da tuberização e maturidade tardias e pouca adaptação às condições tropicais, podem também ser herdados dos parentais selvagens.

Assim, o melhoramento da batata pode ser incrementado com o uso de híbridos dihaplóide x espécies $2x$, após a seleção para caracteres desejados.

O objetivo deste trabalho foi selecionar clones com alta produção de tubérculos associados a alta frequência de pólen $2n$ e outros caracteres desejados, provenientes de populações híbridas do cruzamento entre dihaplóides de *S. tuberosum* x *S. chacoense*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Estratégias empregadas para o melhoramento da batata

As estratégias de melhoramento da batata se enquadram em três linhas principais: i) aproveitamento da variabilidade existente apenas na espécie cultivada *Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum* ($2n = 4x = 48$), ii) utilização da variabilidade presente na subespécie *andigena* ($2n = 4x = 48$), iii) outras que recorrem à ampla variabilidade existente em diversas espécies diplóides ($2n = 2x = 24$) afins, principalmente como fonte de resistência a altas temperaturas, pragas, doenças e outros caracteres desejados.

A primeira estratégia tem proporcionado ganhos genéticos limitados em função da reduzida diversidade genética existente dentro da sub-espécie *tuberosum* (Mendoza e Haynes, 1974). Esta estreita base genética é explicada pelo reduzido número de genótipos introduzidos na Europa no século XVI a partir da América do Sul, a seleção feita para materiais que tuberizavam em condições de dias longos e devido a grande infestação de *Phytophthora infestans* que ocorreu na Irlanda na década de 1840, que praticamente dizimou a cultura da batata na Europa (Howard, 1970 e Simmonds, 1979).

Mendoza e Haynes (1974), através dos resultados de análise de parentesco realizado com 80 cultivares e linhagens melhoradas nos Estados Unidos concluíram haver grande relacionamento genético entre os materiais, o que tem contribuído para reduzir a variabilidade, a obtenção de produções superiores, cultivares adaptadas a outros ambientes e aumentar a susceptibilidade a doenças de forma epidêmica. Resultados semelhantes obteve Glendinning (1985) citado por Mendoza (1989) na análise de parentesco entre cultivares européias cultivadas de 1934 a 1974. A explicação para estes resultados é que a maioria das cultivares descendem de poucos genótipos. Um destes foi 'Rough Purple Chili', o qual gerou por autofecundação 'Garnet Chili' que foi utilizado por muitos anos (Howard, 1978). Posteriormente, muitos melhoristas empregaram a cultivar 'Garnet Chili' em hibridações gerando 'Beauty of Hebron', 'Russet Burbank', 'Early Rose' e outras. Segundo Hawkes (1956) citado por Howard (1978) 'Early Rose' foi um parental importante tanto no melhoramento de cultivares européias quanto norte-americanas. No Brasil, a base genética dos nossos materiais não é diferente pois as cultivares utilizadas foram introduzidas principalmente da Europa.

Em decorrência deste relacionamento entre cultivares do grupo *Tuberosum*, muitos programas de melhoramento em países de clima temperado têm procurado explorar com sucesso o germoplasma *Andigena* como fonte de diversidade, após submetê-lo geralmente a ciclos de seleção recorrente para tuberização em condições de dias longos e outros caracteres. Esta ampla variabilidade presente no grupo *Andigena* oferece um germoplasma com grande potencial para

exploração. Muitas características têm sido nele obtidas tais como resistência a doenças, alta produção, larga adaptabilidade, qualidade de proteína, etc., conforme reportado por Mendoza e Vargas (1976), Landeo e Hanneman (1979) e Ross (1986). Estes materiais são tetraplóides e se cruzam com facilidade com clones do grupo *Tuberosum* produzindo progênie que apresentam grande heterose. Segundo Ross (1986), cultivares do grupo *Andigena* são superiores as espécies diplóides cultivadas, por apresentarem grande estabilidade fenotípica, melhor adaptabilidade e alta produtividade, sendo de grande importância na obtenção de genótipos heteróticos. Acrescenta ainda que o melhoramento com parentais que combinam genes do grupo *Andigena* resultam em progênie híbridas mais vigorosas e produtivas do que aquelas que não utilizam destes genes.

Um método que tem despertado o interesse dos melhoristas de batata foi proposto por Chase (1963), e tem sido chamado de Método Analítico-Sintético de Melhoramento. Este método consiste na redução da ploidia das espécies tetraplóides para o nível diplóide (dihaplóide) sendo o processo seletivo realizado neste nível e posteriormente restabelecida a tetraploidia.

Segundo Mendoza e Haynes (1974), boa parte das cultivares empregadas nos Estados Unidos e Europa têm em seus genomas materiais primitivos que contribuíram com genes para vários caracteres desejados. Hanneman e Rudhe (1978) e Landeo e Hanneman (1979), relatam que é relativamente fácil a obtenção de clones haplóides do grupo *Andigena*, e que sua capacidade de se cruzar com as espécies *S. phureja*, *S. stenotomum* e haplóides de *S. tuberosum* encorajam seu uso.

Sendo a batata um poliplóide de herança tetrassômica, o melhoramento ao nível 4x é dificultado devido a complicada herança e ao tamanho da população segregante para obtenção de clones com o caráter desejado (Peloquin, Jansky e Yerk, 1989), especialmente se este possui um controle poligênico. Em contraste 70% das espécies de *Solanum* selvagens são diplóides ($2n = 2x = 24$) (Mendiburu e Peloquin, 1977a), podendo ser facilmente cruzados com dihaplóides ($2n = 2x = 24$) dos grupos *Tuberosum* e *Andigena*.

O melhoramento no nível diplóide permite a combinação de múltiplas resistências a doenças e pragas juntamente com caracteres agronômicos aceitáveis (Iwanaga, 1984). A eficiência deste procedimento é baseada na (i) herança dissômica, (ii) na contribuição do parental dihaplóide para melhorar caracteres agronômicos, e (iii) no uso de espécies selvagens como fonte de resistência a diferentes fatores bióticos e abióticos. As espécies selvagens contribuem ainda com diversidade alélica para o pool gênico da espécie cultivada, maximizando assim a heterozigose.

A exploração da heterose é o aspecto mais importante no melhoramento da batata, sendo relatado que o efeito heterótico aumenta com o aumento da heterozigose. Em batata a heterose é máxima quando todos os alelos de um loco diferem entre si, pois neste caso há interações envolvendo mais de dois alelos o que determina a expressão do vigor e produção de tubérculos (Mendoza e Haynes, 1973, 1974 e Bingham, 1980). A heterose é baseada principalmente nas interações não aditivas dos genes, e incluem interações intra-locos (sobredominância) bem como inter-locos (epistasia) (Ross, 1986).

2.2 Melhoramento ao nível diplóide

O melhoramento da batata ao nível diplóide iniciou-se a partir da descoberta de que materiais dihaplóides de *S. tuberosum* se cruzam prontamente com espécies diplóides cultivadas ou selvagens (Hougas e Peloquin, 1958). Para isto, cultivares tetraplóides adaptadas devem ter sua ploidia reduzida ao nível diplóide transformando-se em dihaplóides, sendo em seguida cruzado com a espécie diplóide formando o híbrido dihaplóide x espécie $2x$. Estes híbridos, após submetidos a seleção para caracteres de interesse e principalmente produção de gametas não reduzidos (pólen $2n$), são cruzados com a espécie tetraplóide cultivada e adaptada gerando uma progênie tetraplóide (Iwanaga e Schimiedich, 1989). Como resultado do cruzamento envolvendo pólen $2n$, a diversidade genética encontrada na espécie diplóide será combinada diretamente na espécie cultivada tetraplóide, maximizando a heterozigose (Mendoza e Haynes, 1974).

2.2.1 Redução da ploidia de *S. tuberosum*

Materiais dihaplóides ($2n = 2x = 24$) de *Solanum tuberosum* ($2n = 4x = 48$) têm sido obtidos em grande número a partir dos resultados apresentados por Hougas e Peloquin (1958). Eles encontraram que a polinização de *S. tuberosum* ou *andigena* com pólen de certos clones da espécie *S. phureja*, levavam à produção de progênies tetraplóides, triplóides e dihaplóides.

Dois métodos têm sido mais recomendados para obtenção de dihaplóides de *S. tuberosum*. Primeiro, a utilização de polinizadores de *S. phureja* que possuam alta capacidade para induzir dihaplóides. Segundo Hougas, Peloquin e Gabert (1964), a frequência de dihaplóides é influenciada tanto pelo progenitor feminino quanto pelo polinizador indutor. O efeito do progenitor materno pode ser devido a genes controlando o desenvolvimento partenogenético e o efeito do polinizador através do desenvolvimento do endosperma.

Segundo Montelongo-Escobedo e Rowe (1969), embriões dihaploides estão associados a formação de endospermas hexaplóides, enquanto que embriões triplóides relacionam-se a endospermas pentaplóides ocorrendo a interrupção precoce do desenvolvimento desta semente. Eles observaram que cerca de 38% dos tubos polínicos de um polinizador superior de *S. phureja* apresentavam um único núcleo espermático contendo 24 cromossomos, originado por uma endomitose do núcleo generativo. Este núcleo poderia levar às seguintes formas de fertilização: a) fertilizar o óvulo e como resultado não ocorreria o desenvolvimento do endosperma e do zigoto; ou b) fertilizar os núcleos polares gerando um endosperma hexaplóide induzindo a formação de uma semente sem embrião ou com embrião partenogenético reduzido ($2n = 2x = 24$) ou não reduzido ($2n = 4x = 48$).

A identificação dos dihaplóides deve ser realizada precocemente, uma vez que materiais com outras ploidias também serão encontrados nas progênies resultantes deste cruzamento ($4x-2x$). Esta identificação pode ser facilitada com a utilização de

polinizadores homozigotos para os genes P e B, ambos marcadores genéticos que se expressam fenotipicamente nos seedlings por pigmentações violetas na base dos folíolos e por uma mancha na testa da semente, respectivamente. Portanto a ausência destes fenótipos é uma indicação de que plantas partenogénéticas serão obtidas (Jacobsen, 1978). Outras técnicas como a contagem de cloroplastos nas células guarda (Concílio, 1992) e de cromossomos em pontas de raízes deverão ser utilizadas para confirmação da obtenção dos dihaplóides (Montelongo-Escobedo e Rowe, 1969 e Singsit e Hanneman, 1987).

Outro método que tem sido utilizado para regenerar haplóides de *S. tuberosum* e outras espécies cultivadas assim como de espécies selvagens que tuberizam é a cultura de anteras (Irikura, 1975; Veilleux et al., 1985; Singsit e Hanneman, 1987; Owen et al., 1988; Singsit e Veilleux, 1989). Entretanto, a aplicação deste método no melhoramento da batata tem sido limitado pela identificação de poucos clones com competência à androgênese e ao pouco conhecimento do seu controle genético (Singsit e Veilleux, 1989).

Veilleux et al. (1985) relatam que anteras de clones diplóides, produtores de pólen $2n$ regeneram mais embrióides em comparação a anteras que produzem apenas pólen n , sugerindo que os micrósporos $2n$ são embriogenicamente mais competentes, e acrescentam que explantes de dihaplóides regenerados de microsporos $2n$ são mais vigorosos que os monohaplóides ou monohaplóides duplicados por motivo da sua heterozigose natural. Singsit e Hanneman (1987), estudando a extração de dihaplóides de espécies

tetraplóides mexicanas relatam que a capacidade à androgênese difere com a espécie e o meio utilizado no cultivo, e que explantes regenerados diretamente dos micrósporos são mais apropriados para gerar dihaplóides que os explantes gerados via calos.

O método utilizando indutores partenogênicos tem sido o mais adotado devido a sua eficiência e simplicidade. Em contraste a utilização da cultura de antera requer um intenso trabalho, além de necessitar de equipamentos sofisticados e ambientes controlados para sua viabilização (Ross, 1986).

2.2.2 Híbridos de dihaplóides de *S. tuberosum* - espécies diplóides

O melhoramento ao nível diplóide visa o desenvolvimento de clones com características específicas, adequada performance agronômica e produção de gametas $2n$ (Peloquin et al., 1989). Como vantagens estes híbridos apresentam a simplicidade da herança dissômica quando comparado com a herança tetrassômica, a possibilidade de introduzir genes de espécies selvagens ao germoplasma tetraplóide cultivado e o vigor. Apresentam ainda grande variabilidade, muitos possuem boa fertilidade, além de que melhoram a tuberização das espécies selvagens que normalmente não tuberizam sob condições de dias longos (Peloquin e Ortiz 1991).

Ortiz e Peloquin (1993), trabalhando com três tipos de populações de espécies diplóides de *Solanum* - polinização aberta, bulk de pólen e híbridos interespecíficos - encontraram diferenças significativas entre as famílias para as características formato de planta, florescimento e percentagem de sobrevivência, assim como

diferenças significativas entre os progenitores dihaplóides quanto a tuberização. Estes resultados comprovam a importância da seleção de dihaplóides para melhorar a capacidade de tuberização de germoplasma não adaptado sob condições de dias longos. Peloquin e Ortiz (1991), afirmam que estudos preliminares evidenciam que dihaplóides precoces comportam-se melhor que dihaplóides de maturação tardia na obtenção de híbridos dihaplóides - espécies 2x, com boa capacidade de tuberização e precocidade.

Hermundstad e Peloquin (1985b), encontraram diferenças significativas entre os cruzamentos recíprocos envolvendo dihaplóides de *S. tuberosum* e espécies selvagens, concluindo que a fertilidade do híbrido como progenitor masculino depende da espécie utilizada. Híbridos entre dihaplóides de *S. tuberosum* como progenitor feminino e espécies 2x são vigorosos mas quase que exclusivamente macho estéreis, entretanto cruzamentos recíprocos produzem híbridos férteis.

Neste caso, a espécie selvagem *S. chacoense* é de grande importância, pois é originada das planícies secas e quentes da Argentina representando um germoplasma muito divergente do pool gênico de *S. tuberosum* ssp. *tuberosum* e ssp. *andigena* e de *S. phureja*, as quais são originadas dos Andes (Hawkes, 1978). Além disso apresenta diversidade genética, vigor vegetativo, abundância de florescimento, alta fertilidade, e hibridiza facilmente com dihaplóides de *S. tuberosum*. Portanto, pode ser utilizada como progenitor masculino ou feminino, sendo ambas as progênies macho férteis, permitindo assim a inclusão de um número maior de progenitores (Leue e Peloquin, 1980). Peloquin (1983) atribui a

fertilidade de *S. chacoense* à ausência de genes dominantes os quais poderiam interagir com o citoplasma de *S. tuberosum* originando progênies macho-estéreis. Contudo, a restrição maior é para uso de dihaplóides como progenitor masculino visto que aproximadamente 97% são macho-estéreis. Esta espécie tem ainda promovido grande efeito heterótico quando em cruzamentos com dihaplóides de *S. tuberosum*, sendo relatada como resistente ao calor, nematóides, murcha bacteriana (Iwanaga, 1985), insetos (Radcliffe e Radcliffe; 1986), possuir olhos rasos (Mendiburu, Peloquin e Mok, 1974) e resistência a PVA e PVY (Ross, 1986). Outras espécies que também produzem progênies macho-férteis em cruzamentos com dihaplóides de *S. tuberosum* são *S. berthaultii*, *S. kurtzianum*, *S. spgazzinii* e *S. tarijense* (Hermundstad e Peloquin, 1985b).

Apesar das espécies selvagens possuírem vários genes de interesse, caracteres indesejáveis como estolões compridos, maturação tardia, não tuberização em dias longos, longa dormência dos tubérculos e tubérculos contendo glicoalcalóides poderão ser herdados na obtenção destes híbridos (Bani-Aameur et al., 1991). Leue (1980) citado por Leue e Peloquin (1982), reporta que alguns híbridos dihaplóides de *S. tuberosum* - *S. chacoense* tuberizam em condições de dias longos, apresentando produção de tubérculos de até 2,9 kg por planta. Outro resultado importante foi a grande variação para tuberização e maturação, sendo que alguns clones foram mais precoces que as cultivares. Segundo Leue e Peloquin (1980), híbridos dihaplóides de *S. tuberosum* - *S. chacoense* foram vigorosos, floresceram abundantemente, tuberizaram sob condições de dias longos, além de apresentarem alto nível de fertilidade

masculina, tendo alguns clones produzido pólen e óvulos $2n$.

Embora dihaplóides e híbridos dihaplóides x espécies selvagens tenham sido extensivamente estudados, pouco se sabe sobre o pré-melhoramento das espécies selvagens antes da hibridação ter sido realizada (Jacobsen e Jansky, 1989). A importância deste pré-melhoramento está no fato de que muitas espécies selvagens de *Solanum* normalmente não tuberizam sob condições de dias longos, sendo assim, seu potencial para melhoria das características dos tubérculos não poderá ser avaliado diretamente (Yerk e Peloquin, 1989b).

Sanford (1980), citado por Jacobsen e Jansky (1989) sugere duas alternativas para melhor aproveitar o germoplasma selvagem. No primeiro caso, com hibridação precoce (sem pré-melhoramento), o dihaplóide é cruzado diretamente com a espécie selvagem, sendo a população híbrida resultante selecionada para caracteres de interesse. A outra alternativa, a hibridação tardia (com pré-melhoramento), envolve o melhoramento prévio da espécie selvagem e seu posterior cruzamento com o dihaplóide. Em geral, a hibridação tardia explora totalmente os componentes da variância de dominância e sobredominância e a hibridação precoce permite a população acumular a variância aditiva de ambos os progenitores.

Normalmente, a tuberização é induzida por fotoperíodos curtos e inibida por fotoperíodos longos. Sensibilidade a dias curtos, comum entre espécies selvagens, têm sido citados como dominante a dias normais (Mendoza e Haynes, 1977). Hermundstad e Peloquin (1985a), relatam que embora a tuberização das espécies selvagens tenha melhorado após cruzamentos com dihaplóides de *S.*

tuberosum, a variação para tuberização em algumas famílias foi favoravelmente discreta, sugerindo um controle oligogênico. Hanneman (1979), citado por Jacobsen e Jansky (1989), pesquisando a adaptação para tuberização em regiões temperadas, obteve populações de ciclos de seleção recorrente de *S. chacoense*, *S. microdontum*, *S. sparsipilum*, *S. stenotomum* e híbridos dihaplóides de *S. tuberosum* x espécies selvagens, as quais foram comparadas com populações de espécies sem serem selecionadas. As populações sem seleção não apresentaram mudanças na tuberização e produção de tubérculos, após cinco gerações. Das populações selecionadas, apenas as dos híbridos dihaplóides de *S. tuberosum* x espécies selvagens apresentaram ganhos em todos os ciclos de seleção. As espécies selvagens apresentaram poucas diferenças na tuberização entre as populações selecionadas e não selecionadas. Haynes (1980), citado por Mendoza (1989), trabalhando com populações de *S. stenotomum* e *S. phureja* visando populações tolerantes ao calor, medido pela capacidade de sobrevivência, tuberização e produção de tubérculos, observou que a sobrevivência aumentou de 89% em populações não selecionadas para 92% em populações selecionadas e a tuberização de 17% em populações não selecionadas para 32% em populações selecionadas, sendo que a média da produção por planta aumentou 38%.

Segundo Yerk e Peloquin (1989b), híbridos dihaplóides x espécies podem ser utilizados primeiro através da seleção de indivíduos para determinado caráter, e em seguida para aumentar a diversidade alélica da cultivar 4x. Estes pesquisadores encontraram produções de híbridos dihaplóides x espécies 2x

variando de zero a 923,4 g/planta. Acrescentam também que a produção "per se" somente é importante para avaliação e manutenção destes híbridos, visto que não existe correlação entre a produção no nível 2x e a subsequente produção no nível 4x, devido a variância genética para produção em batata 4x e 2x ser predominantemente não-aditiva (Mendiburu e Peloquin, 1977a). Entretanto, com a seleção de híbridos 2x vigorosos e com alta produção de tubérculos, espera-se estar selecionando materiais mais heterozigóticos e portanto com capacidade de produzir progênies tetraplóides superiores através da utilização de gametas 2n (FDR). Assim, híbridos dihaplóides x espécies têm sido selecionados levando-se em consideração a produção de tubérculos, produção de gametas 2n, tipo de pele dos tubérculos e florescimento, para então serem cruzados com uma cultivar 4x adaptada e não relacionada à cultivar que originou o dihaplóide (Hermundstad e Peloquin, 1985a).

Yerk e Peloquin (1989a), demonstram que a seleção de híbridos 2x dihaplóides x espécies 2x para produção de pólen 2n não está relacionada com o melhoramento de características como produção, peso específico, número de tubérculos e percentagem de tuberização e sugerem que a seleção seja praticada em materiais mais vigorosos e com florescimento abundante, porque populações produtoras de pólen 2n são significativamente mais vigorosas e florescem mais que populações que não produzem pólen 2n. Outro aspecto observado é que populações produtoras de pólen 2n são significativamente mais tardias embora populações produtoras de pólen 2n precoces possam ser selecionadas.

Estudos têm mostrado que tanto o genótipo quanto o meio ambiente influenciam na expressividade dos gametas $2n$ em *S. tuberosum*. Mok e Peloquin (1975) e Veilleux e Lauer (1981a), indicam que a expressividade da produção de pólen $2n$ depende do genótipo do clone. Veilleux et al. (1982), encontraram diferenças na produção de pólen $2n$ entre lóculos e anteras da mesma flor de uma planta. Jacobsen (1978) indica que diferentes plantas de um mesmo clone diplóide, desenvolvidas em locais diferentes em casa de vegetação, apresentaram produções de pólen $2n$ que variaram de 0,4 a 31%. Sugere ainda que o controle da expressão deste caráter segue um modelo poligênico. Temperatura (Haynes, Haynes e Swallow, 1987) e fotoperíodo (Owen et al., 1988), têm sido citados por influenciarem a produção de pólen $2n$. Cunha (1992), em condições brasileiras, durante o inverno e primavera, encontrou diferenças altamente significativas para frequência e viabilidade do pólen $2n$ entre épocas, encontrando também interações significativas entre clones x épocas, sugerindo como principal fator para diminuir estas características a elevada temperatura durante o período de primavera.

Ortiz e Peloquin (1992), comparando populações de polinização aberta e de polinização controlada de híbridos dihaplóides de *S. tuberosum* x espécies $2x$ indicam que o melhor método de seleção recorrente fenotípica para aumentar a frequência de pólen $2n$ foi o controle biparental e recomendam a utilização de vários ambientes e observações por clones quando se deseja aumentar o ganho com a seleção para este caráter. A herdabilidade no sentido restrito estimada em três ambientes para o caráter produção

de pólen $2n$ variou de 0,50 a 0,94, sugerindo que um ou dois locos controlam a expressão deste caráter. Ortiz e Peloquin (1993), estudando a adaptação de germoplasmas exóticos ($2x$) a condições de dias longos para obtenção de progênies $4x$ via cruzamentos $2x-2x$, confirmam que seleção recorrente fenotípica é um eficiente método para aumentar a frequência de indivíduos que produzam alta percentagem de pólen $2n$.

O mecanismo mais comum de formação de pólen $2n$ é por fuso paralelo (ps) durante a anáfase II (Mok e Peloquin, 1975), sendo equivalente a restituição à primeira divisão meiótica (FDR). Geneticamente o mecanismo FDR transmite cerca de 80% da heterozigose e epistasia e resulta no aumento da produção de tubérculos das progênies (Mendoza e Haynes, 1974 e Mendiburu e Peloquin, 1977b). Em contraste gametas $2n$ SDR (restituição à segunda divisão meiótica) transmitem apenas 40% de heterozigose e por isto tem sido menos eficiente na formação de progênies $4x$ superiores (Peloquin et al., 1989). Estudos genéticos indicam que o mecanismo de fuso paralelo é controlado por um alelo recessivo ps (Mok e Peloquin, 1975) que apresenta expressividade variável e penetrância incompleta (McCoy, 1982 e McHale, 1983). Isto equivale a dizer que a frequência de gametas $2n$ e n é variável em uma mesma planta (Yerk e Peloquin, 1989a e Watanabe e Peloquin, 1991). Oliveira (1994), analisando citogeneticamente os clones obtidos por Cunha (1992), identificou 4 mecanismos (ps, fs, pc-1 e pc-2) participando na formação do pólen $2n$ em 28 clones avaliados. O mecanismo de fuso paralelo (ps) foi o mais frequente, sendo encontrado em 82,14% dos clones avaliados.

2.2.3 Poliploidização sexual

Vários pesquisadores têm demonstrado que o nível tetraplóide em batata é mais vantajoso que o diplóide, em relação à produção de tubérculos e outros caracteres (Sanford e Hanneman, 1982; Yerk e Peloquin, 1989b e Maris, 1990).

Progênies tetraplóides superiores a partir de clones diplóides têm sido obtidas através da poliploidização assexual (duplicação somática) ou por poliploidização sexual (cruzamentos $4x-2x$, $2x-4x$ e $2x-2x$) utilizando principalmente gametas $2n$ FDR. Mendiburu e Peloquin (1977a), indicam que a poliploidização sexual é mais vantajosa no processo de recuperação da tetraploidia, visto que gametas $2n$ FDR transmitem cerca de 80% das interações intralocos (heterozigose) e interlocos (epistasia) aos descendentes tetraplóides, facilitam a introgressão de genes entre os diferentes níveis de ploidia e permitem ainda a obtenção de clones com máxima heterozigose. Em contraste a duplicação somática com colchicina permite a obtenção de clones tetraplóides com no máximo dois alelos diferentes por loco. Estes clones são considerados parcialmente endogâmicos e portanto com menor vigor e produção de tubérculos que os clones $2x$ não duplicados (Peloquin e Ortiz, 1991). Mendoza e Haynes (1973), reportam que após a duplicação somática de um clone diplóide seu coeficiente de endogamia atinge 0,33 e equivale a mais de duas gerações de autofecundação ao nível tetraplóide.

Rowe (1967a), comparou o comportamento de híbridos de *S. phureja* x dihaplóides de *S. tuberosum* com os mesmos híbridos poliploidizados assexuadamente. Os clones tetraplóides

apresentaram menores produções totais que os clones diplóides. Estes resultados devem ter ocorrido devido aos clones tetraplóides não apresentarem o máximo de locos em heterozigose (Mendoza e Haynes, 1974). A heterozigose influencia o vigor de genótipos tetraplóides duplicados vegetativamente, os quais restringem o número de locos em heterozigose, podendo representar uma forma de endogamia. Sanford e Hanneman (1982), encontraram que progênies tetraplóides originadas por poliploidização sexual bilateral ($2x-2x$) de intercruzamentos de dihaplóides de *S. tuberosum*, apresentaram produções significativamente superior aos progenitores $2x$. Maris (1990), também encontrou superioridade das famílias $4x$ poliploidizadas assexuadamente, sendo que estas famílias se apresentaram vigorosas, com desenvolvimento precoce, alta produção e peso médio dos tubérculos maior que seus progenitores $2x$. Entretanto, as famílias $2x$ tiveram um número significativamente maior de tubérculos por planta. Este autor conclui que o melhoramento de cultivares $4x$ utilizando apenas dihaplóides não deve ser preferido e sim dihaplóides combinados com espécies diplóides, principalmente as que formam gameta $2n$, visto que a poliploidização sexual $4x-2x$ produz progênies tetraplóides com máxima heterozigose, o que não ocorre com as progênies obtidas por poliploidização assexual.

Híbridos dihaplóides x espécies selvagens que produzem pólen $2n$, são indispensáveis em cruzamentos $4x-2x$ para obtenção de progênies $4x$. Entretanto, a obtenção de clones que também produzam óvulos $2n$ permitirá sua utilização em cruzamentos $2x-4x$ e $2x-2x$ para obtenção de progênies $4x$ (Werner e Peloquin, 1987). A

ocorrência de produção de óvulos $2n$ na população é detectada através de cruzamentos $2x-4x$, observando o número de frutos e sementes por fruto produzidos do cruzamento.

A poliploidização sexual em batata pode ser realizada de duas maneiras diferentes: unilateral, através de cruzamentos $4x-2x$ ou $2x-4x$ e bilateral, envolvendo cruzamentos $2x-2x$. Ambos os métodos utilizam gametas $2n$ FDR (Peloquin, 1983). O esquema de melhoramento $4x-2x$ tem sido o mais utilizado na obtenção de progênies híbridas tetraplóides superiores (Mendiburu e Peloquin, 1971; De Jong et al., 1981; Yerk e Peloquin, 1990b e Warner e Peloquin, 1991a), sendo também considerado um bom método de produção de sementes botânicas devido ao vigor dos seedlings, produção e uniformidade dos híbridos $4x$. Neste esquema somente o progenitor masculino produz gametas $2n$ por FDR.

O esquema $2x-4x$ é essencialmente o cruzamento recíproco do método anterior e apresenta as mesmas características, exceto que o gameta $2n$ é produzido pelo progenitor feminino. Segundo Werner e Peloquin (1987) o mecanismo predominante da formação de óvulos $2n$ é a omissão da segunda divisão meiótica, controlado geneticamente pelo alelo recessivo *os*, equivalente a restituição à segunda divisão meiótica (SDR). Este método apresenta a vantagem da produção de sementes botânicas ser mais econômica, pois não é necessário a emasculação e polinização manual, devido estes híbridos $2x$ serem auto-incompatíveis e sendo a polinização realizada por insetos.

A poliploidização sexual bilateral ($2x-2x$) (Mendiburu e Peloquin, 1977a), apesar de ser um esquema mais demorado é

considerado de grande potencial. Para sua viabilização é necessário a obtenção de híbridos dihaplóides x espécies $2x$ selecionados para caracteres desejados e gametas $2n$. Neste esquema as espécies *S. chacoense* e *S. phureja* têm sido muito utilizadas na obtenção destes híbridos $2x$, devido ao não relacionamento destas espécies. Estes híbridos $2x$ são intercruzados gerando uma progênie híbrida $4x$, a qual permitirá a seleção de clones com máxima heterozigose. O principal problema deste esquema é a identificação de híbridos $2x$ que produzam alta frequência de óvulos $2n$ FDR ou SDR.

A recuperação quase que exclusiva de progênies tetraplóides de cruzamentos $4x-2x$, $2x-4x$ e $2x-2x$ é devido a formação de um bloqueio do triplóide em *S. tuberosum*, resultando na formação de endosperma pentaplóide associado a embriões triplóides. A explicação para o bloqueio do triplóide é baseado na hipótese do Número de Equilíbrio do Endosperma (EBN), o qual assume que o desenvolvimento de endospermas normais ocorre quando o EBN está balanceado com 2 EBN para a fêmea e 1 EBN para o macho. Desvios nesta proporção resultam em endosperma defeituoso e deficiência de sementes (Johnston et al., 1980; Peloquin e Ortiz, 1991 e Ortiz e Ehlenfeldt, 1992).

Segundo Peloquin e Ortiz (1991) em cruzamentos $4x$ (4 EBN) x $2x$ (2 EBN) utilizando pólen normal (n) a proporção de EBN será de 4 (fêmea): 1 (macho) e sementes com embriões triplóides raramente serão obtidas. Entretanto, se o gameta masculino for um pólen $2n$ a proporção do EBN será de 2 (fêmea):1 (macho) e sementes viáveis com embriões $4x$ ocorrerão. Igualmente, em cruzamentos $2x$ (2 EBN)

x 4x (4 EBN) a proporção do EBN é de 1 (fêmea) : 1 (macho) e as sementes são abortadas. Se óvulos $2n$ participam do cruzamento a proporção de 2 (fêmea):1 (macho) é restaurada e sementes normais com embriões 4x são desenvolvidas. Eles consideram que o EBN é mais importante para predição do sucesso do cruzamento que o nível de ploidia dos parentais envolvidos. Na prática, o valor do EBN é arbitrado para cada espécie e baseado no seu comportamento em cruzamentos, estes valores são testados (Peloquin, 1981).

Apesar do mecanismo de FDR transmitir maior proporção de heterozigose à progênie tetraplóide a complementação dos mecanismos de formação dos gametas $2n$ (SDR e FDR) visando a obtenção de progênies 4x tem sido observada (Peloquin e Ortiz, 1991). Com FDR, 100% da heterozigose do centrômero até a primeira permuta e 50% da primeira para a segunda permuta é transmitido do progenitor 2x para a progênie 4x. Com SDR, 0% da heterozigose do centrômero até a primeira permuta e 100% da primeira até a segunda permuta é transmitido do progenitor 2x para a progênie 4x. Portanto, FDR x FDR é superior à SDR x FDR do centrômero à primeira permuta, porém SDR x FDR é superior à FDR x FDR da primeira para a segunda permuta. Como exemplo, eles citam que cruzamentos entre clones híbridos 2x ($A_1A_2 \times A_3A_4$) geram progênies tetraplóides com diferentes frequências genotípicas dependendo da proximidade do centrômero. Para os locos próximo ao centrômero, 100% serão tetralélicos em FDR x FDR e 100% trialélicos em SDR x SDR. Em contraste para os locos distantes do centrômero FDR x FDR resulta em 25% de tetralélico, 50% trialélico e 25% dialélico e em SDR x FDR resulta em 50% tetralélico e 50% trialélico.

Estes esquemas têm demonstrado ser uma grande opção para evitar os problemas enfrentados no melhoramento dentro da espécie *S. tuberosum* ssp. *tuberosum*, representando ainda a abertura da utilização dos germoplasmas selvagens (Hermundstad e Peloquin, 1986). Peloquin, Jansky e Yerk (1989), indicam que a seleção para produção por planta será mais efetiva nas progênies dos cruzamentos 4x-2x do que nos 4x-4x. Este fato é explicado devido a homeostase conferida pelo alto nível de heterozigose das progênies 4x de cruzamentos 4x-2x. Ortiz et al. (1991), identificaram que o grande efeito da interação genótipo x ambiente especialmente para produção, tem sido o maior problema na seleção de clones de batata. Amoros e Mendoza (1979), comparando o comportamento de cinco diferentes populações em seis locais no Peru, encontraram correlações entre o nível de diversidade genética e a produção e a alta estabilidade da produção nas populações com maior diversidade alélica.

O desempenho da progênie tetraplóide é influenciado pela escolha dos progenitores (Ortiz, Iwanaga e Mendoza, 1988 e Neele, 1990) e pela direção da hibridação (4x-2x ou 2x-4x), por causa do modo de formação dos gametas 2n (Kidane-Mariam e Peloquin, 1974 e Werner e Peloquin, 1991a).

A escolha dos pais, utilizados na obtenção de progênies híbridas tetraplóides, é freqüentemente baseada na estimativa de capacidade geral e específica de combinação dos progenitores (Werner e Peloquin, 1991b). Outro aspecto importante é que o material parental tetraplóide deva ser bem adaptado às condições ambientais para onde está sendo melhorado. Yerk e Peloquin

(1990a), avaliando progênies tetraplóides de cruzamentos 4x-2x, 4x-4x, 4x-Polinização aberta e 4x de autopolinização observaram que a performance das progênies dos cruzamentos 4x-2x foi igual ou melhor que as progênies de 4x-4x, 4x-polinização aberta e 4x-autopolinização em produção, uniformidade, aparência e número de tubérculos. Quanto à maturação, foram mais tardias, apresentando entretanto, variabilidade para maturação precoce. Outro resultado é que as progênies dos cruzamentos 4x-2x cujo progenitor 4x era adaptado foram significativamente superiores às progênies 4x-4x. Em contraste, quando o cruzamento envolveu o progenitor 4x não adaptado (cv. brasileira Chiquita) sua progênie foi significativamente inferior. Entretanto, foi observado em várias progênies de cruzamentos 4x-4x envolvendo a cultivar Chiquita como um dos progenitores, uma performance superior às progênies 4x-2x e 4x-4x produzidas por outros parentais. Pelos resultados observados nas progênies dos cruzamentos 4x-2x e 4x-4x envolvendo o progenitor Chiquita, estes pesquisadores concluíram que o efeito dos alelos favoráveis e a diversidade genética presente no híbrido podem ser encobertos pela falta de adaptação dos parentais às condições ambientais. Neste caso, havia dois parentais não adaptados (híbrido 2x e Chiquita) resultando em uma progênie com 75% de genes provenientes de cultivares não adaptadas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados clones obtidos por polinização livre de 25 híbridos entre dihaplóides de *S. tuberosum* x *S. chacoense* a partir dos materiais obtidos por Cunha (1992).

3.1 Obtenção da primeira geração clonal

Foram tratadas aproximadamente 6.500 sementes botânicas com ácido giberélico a 1.500 ppm por 24 horas visando a quebra de dormência. Oito dias após, as sementes foram semeadas em canteiros em casa de vegetação usando o substrato Plantimax Hortalças. Trinta dias após, as mudas foram transplantadas para sacolas plásticas com substrato formado por 2/3 de terra + 1/3 de esterco de curral curtido + 5 kg de 4-14-8 (N, P₂O₅, K₂O) por metro cúbico de substrato. Foram colhidos tubérculos de 1.076 clones, cerca de 120 dias após o plantio e armazenados em câmara fria a 4°C.

3.2 Obtenção da segunda geração clonal

Os tubérculos obtidos na primeira geração clonal foram tratados com bissulfureto de carbono na dosagem de 18 ml/m³, visando a quebra da dormência. Foram obtidos 540 clones brotados, os quais

foram multiplicados em condições de campo. Durante o ciclo da cultura foram selecionados os materiais vigorosos e menos atacados por doenças. Destes materiais foram escolhidos 167 clones utilizados para estudo.

3.3 Condução dos experimentos

Foram conduzidos dois experimentos no Departamento de Biologia da Escola Superior de Agricultura de Lavras, situada a 910 m de altitude, 21°14'S de Latitude e 45°00'W Longitude.

3.3.1 Experimento 1

O experimento foi conduzido entre 20 de março a 25 de maio de 1993, em sacolas plásticas com 0,48 m de altura por 0,25 m de diâmetro, comportando cerca de 13 kg do substrato terra + 5 kg da formulação 4-14-8 (N, P₂O₅, K₂O) por metro cúbico de substrato. Aos 35 dias após o plantio foi realizado adubação de cobertura com sulfato de amônio na dosagem de 2 gramas por planta. Foram realizadas seis pulverizações com os produtos comerciais Decis (40 ml/100 l de água) + Isatalonil 50 FN (350 ml/100 l de água) visando o controle de pragas e doenças. Foram realizados o controle manual de ervas daninhas e irrigações diárias.

O delineamento experimental adotado foi blocos casualizados com cinco repetições, sendo a parcela constituída por uma planta. Foram utilizadas apenas três repetições para avaliações das características quantidade de pólen na antera,

freqüência de pólen 2n e viabilidade do pólen 2n e n.

A) Quantidade de pólen na antera

Foi adotado um critério de notas durante a retirada do pólen das anteras, onde:

1 = quantidade muito reduzida de pólen

2 = pouco pólen

3 = quantidade regular de pólen

4 = abundância de pólen

B) Freqüência e viabilidade do pólen 2n e n

As anteras foram coletadas após 48 horas da abertura da flor, armazenadas em álcool 70% e acondicionadas em geladeira. O pólen foi retirado com auxílio de um estilete sobre lâminas e coradas com carmim acético 2% e uma gota de água glicerinada. A freqüência e viabilidade foram determinados, através de amostras de aproximadamente 200 grãos de pólen, observados a uma magnitude de 200X, utilizando as fórmulas:

$$\text{Freqüência de pólen } 2n = \frac{\text{Nº de grãos de pólen grandes corados}}{\text{Nº total de grãos de pólen corados}}$$

$$\text{Viabilidade do pólen } 2n = \frac{\text{Nº de grãos de pólen grandes corados}}{\text{Nº de grãos de pólen grandes corados e não corados}}$$

$$\text{Viabilidade do pólen } n = \frac{\text{Nº de grãos de pólen pequenos corados}}{\text{Nº de grãos de pólen pequenos corados e não corados}}$$

Cerca de 20 grãos de pólen de 20 clones que produziram uma frequência de pólen grande acima de 10% foram mensurados com o auxílio da ocular OSM 0,5 a uma magnitude de 400X. Grãos de pólen com diâmetro entre 26 e 33 μm foram considerados 2n (Quinn, Mok e Peloquin, 1974).

C) Comprimento do estolão

Foi avaliado aos 65 dias após o plantio utilizando as cinco repetições. Plantas individuais foram colhidas sem danos nos estolões e em seguida utilizando escala métrica foi obtida a medida do maior estolão.

3.3.2 Experimento 2

Este experimento foi conduzido na área experimental do DBI-ESAL, no período de 28 de maio a 16 de outubro de 1993, sob condições de campo em solo da unidade Latossolo Roxo distrófico com textura argilosa (Freire, 1979), e relevo suavemente ondulado. O delineamento experimental foi um látice simples 13 x 13. As parcelas foram constituídas por três plantas espaçadas de 0,35 m e com espaçamento 0,80 m entre linhas. A adubação de plantio foi realizada com 3 t/ha da fórmula comercial 4-14-8 (N, P_2O_5 , K_2O) juntamente com o inseticida granulado Aldicarb (Temik 150) na

dosagem de 13 kg do produto comercial por hectare. Após 35 dias do plantio foi realizado adubação de cobertura com sulfato de amônio na dosagem de 300 kg/ha juntamente com a operação de amontoa. Foi realizado o controle de pragas e doenças com duas pulverizações dos produtos comerciais Decis (40 ml/100 l de água) + Ridomil + Mancozeb (2,5 kg/ha). Foram realizados controle de ervas daninhas, assim como irrigações sempre que necessário. Foram avaliadas as seguintes características:

- a) Produção por planta (kg) - produção da parcela dividida pelo número de plantas da parcela.
- b) Peso médio dos tubérculos - produção da parcela (kg) dividida pelo número de tubérculos.
- c) Maturação - número de dias entre a emergência e a seca natural das ramas de pelo menos duas das três plantas da parcela.
- d) Peso específico dos tubérculos - determinado em balança hidrostática Marte modelo 1020, pela expressão:

$$\text{Peso específico} = \frac{\text{Peso no ar}}{\text{Peso no ar} - \text{Peso na água}}$$

3.4 Análises estatísticas

3.4.1 Análise de variância

Análises de variância foram efetuadas para as características quantidade de pólen na antera, comprimento do estolão, produção, peso médio dos tubérculos, peso específico dos

tubérculos e maturação, segundo o modelo matemático:

$$Y_{ij} = m + b_j + c_i + e_{(ij)}$$

onde:

Y_{ij} : observação do clone i no bloco j ;

m : média geral do experimento;

b_j : efeito do bloco j ; $j = 1, 2$ e 3 para quantidade de pólen na antera; $j = 1, 2, 3, \dots, 5$ para comprimento do estolão e $j = 1, 2$ para produção por planta, peso médio de tubérculos, peso específico dos tubérculos e maturação.

c_i : efeito do clone i ; $i = 1, 2, 3, \dots, 155$ para quantidade de pólen na antera, $i = 1, 2, 3, \dots, 166$ para comprimento do estolão e $i = 1, 2, 3, \dots, 169$ para os demais caracteres.

$e_{(ij)}$: efeito do erro experimental associado a observação Y_{ij} .

Os caracteres avaliados no experimento 2 foram analisados segundo o modelo acima devido a não eficiência do látice. O resumo da análise de variância dos experimentos é apresentado na Tabela 1.

TABELA 1 - Resumo da ANAVA para os caracteres avaliados.

FV	GL	QM	F	E(QM)
Blocos (B)	(j-1)	QM _b		
Tratamentos (T)	(i-1)	QM _T	QM _T /QM _E	$\sigma_E^2 + r\sigma_C^2$
Erro (E)	(j-1)(i-1)	QM _E		σ_E^2

onde:

σ_C^2 : estimativa da variância genética dos clones;

σ_E^2 : estimativa da variância ambiental;

r: número de repetição.

Os dados relativos à característica quantidade de pólen na antera por apresentarem não aditividade, foram transformados em \sqrt{x} . As características frequência de pólen 2n e viabilidade do pólen 2n e n não apresentaram as pressuposições para realização da análise de variância. Os clones produtores de pólen 2n foram agrupados em classes segundo metodologia estabelecida por (Schroeder e Peloquin, 1983; Haynes, Haynes e Swallow, 1987; Yerk e Peloquin, 1989a e Ortiz e Peloquin, 1992) sendo considerados produtores de pólen 2n aqueles clones que produziram acima de 5% (Quinn, Mok e Peloquin, 1974 e Lene e Peloquin, 1980). Foram considerados clones produtores de pólen viáveis (férteis) os que apresentaram viabilidade acima de 5% (Hermundstad e Peloquin, 1985).

Os dados relativos às características, peso médio dos tubérculos e maturação, por apresentarem não aditividade, foram transformados pela função de Box & Cox (1964), sendo, X

(transformado) = $X^i - 1/i$, onde i , é igual a 0,23 e 2 respectivamente.

3.4.2 Estimativa dos parâmetros genéticos e fenotípicos

A partir das esperanças dos quadrados médios (Tabela 1) foram obtidas as estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos, assim como o ganho esperado com a seleção (G_s), segundo a metodologia apresentada por Vencovsky e Barriga (1992).

a) Variância genética entre clones

$$\sigma^2_C = \frac{QM_T - QM_E}{r}$$

b) Variância fenotípica a nível de média de clones

$$\sigma^2_F = \sigma^2_C + \sigma^2_E/r$$

c) Herdabilidade no sentido amplo a nível de média de clones

$$h^2_m = \frac{\sigma^2_C}{\sigma^2_C + \sigma^2_E/r}$$

d) Erro associado a estimativa do coeficiente de herdabilidade

$$V_{\hat{h}^2_m} = 2(1 - h^2_m)^2 \times \frac{1}{(n_1+2)} + \frac{1}{(n_2+2)}$$

e) Coeficiente de variação genética

$$CV_g = \frac{\sigma_G}{m} \times 100$$

f) Coeficiente de variação ambiental

$$CV_e = \frac{\sigma_E}{m} \times 100$$

g) Quociente entre CV_g/CV_e

$$\hat{b} = \frac{CV_g}{CV_e}$$

h) Ganho percentual em relação a média geral da característica

$$\hat{G}_s = ds \times h_m^2 \quad \hat{G}_s(\%) = \frac{G_s}{m} \times 100$$

onde:

ds: diferencial de seleção

h_m^2 : herdabilidade no sentido amplo a nível de médias.

Foram determinados os coeficientes de correlação genética, fenotípica e ambiental entre as características produção de tubérculos por planta, peso específico dos tubérculos, peso médio dos tubérculos e maturação utilizando as seguintes expressões:

i) Covariância entre as características X e Y

$$\text{CÔV}_{(XY)} = \frac{\sigma^2_{(X+Y)} - \sigma^2_X - \sigma^2_Y}{2}$$

j) Coeficiente de correlação genética

$$r_{G(X,Y)} = \frac{\text{COV}_{C(XY)}}{\sigma_{C(X)} \times \sigma_{C(Y)}}$$

l) Coeficiente de correlação fenotípica

$$r_{F(X,Y)} = \frac{\text{CoV}_{F(XY)}}{\sigma_{F(X)} \times \sigma_{F(Y)}}$$

m) Coeficiente de correlação ambiental

$$r_{C(X,Y)} = \frac{\text{CoV}_{E(XY)}}{\sigma_{E(X)} \times \sigma_{E(Y)}}$$

onde:

$\sigma^2_{(X+Y)}$: variância da soma das características X e Y;

$\text{CoV}_{C(XY)}$: covariância genética entre as características X e Y;

$\text{CoV}_{F(XY)}$: covariância fenotípica entre médias das características X e Y;

$\text{CoV}_{C(XY)}$: covariância ambiental entre as características X e Y.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracteres agronômicos

Para as características produção de tubérculos por planta (kg/planta), peso médio dos tubérculos (g), peso específico dos tubérculos, maturação (dias após emergência) e comprimento do estolão (cm), os clones apresentaram diferenças altamente significativas entre si, evidenciando a existência de ampla variação genética. O resumo das análises da variância estão apresentados na Tabela 2. Observa-se que a precisão dos ensaios, avaliados pelos coeficientes de variação (CV %), variaram de 0,64% para peso específico dos tubérculos a 34,68% para o comprimento do estolão.

As estimativas dos parâmetros genéticos são apresentados na Tabela 3. As herdabilidades no sentido amplo a nível de média de clones foram relativamente altas para todas as características avaliadas, indicando que ganhos com a seleção poderão ser obtidos nesta população, utilizando a seleção recorrente fenotípica. Os desvios associados a esta estimativa foram baixos indicando a precisão deste parâmetro. Outra estimativa que indica uma situação favorável à seleção nesta população é a magnitude do quociente \hat{b} , entre o coeficiente de variação genético (CV_g) e o coeficiente de

variação experimental (CV_e). Segundo Vencovsky e Barriga (1992), \hat{b} maior ou igual a 1 favorece a seleção.

TABELA 2 - Resumo das análises das variâncias da produção por planta (kg), peso médio de tubérculos (g), peso específico dos tubérculos, maturação (dias após emergência), comprimento do estolão (cm) e quantidade de pólen na antera dos híbridos 2x (dihaploides de *S. tuberosum* x *S. chacoense*).

FV	GL	QM				GL	QM		GL	QM
		Produção/ planta	Peso médio do tubérculo	Peso específico	Maturação		Comprimento do estolão	Quantidade de pólen		
Bloco	1	0,021	0,056	1,249	16765835,983	4	2558,780	2	0,211	
Clones	168	0,088**	1,434**	1,942**	4276413,913**	165	810,758**	154	0,170**	
Erro	168	0,017	0,227	0,493	1136321,282	660	248,273	308	0,056	
CV (%)		34,13	11,59	0,64	16,10		34,68		15,29	

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 3 - Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos relativos à produção por planta, peso médio dos tubérculos, peso específico dos tubérculos, maturação, comprimento do estolão e quantidade de pólen na antera de híbridos 2x (dihaplóides de *S. tuberosum* x *S. chacoense*).

Estimativas	Produção/ planta	Peso médio	Peso específico	Maturação	Comprimento estolão	Quantidade de pólen
σ^2_F	0,044	0,717	0,971	2138206,957	162,152	0,057
σ^2_C	0,035	0,603	0,724	1570046,316	112,500	0,038
σ^2_E	0,017	0,227	0,493	1136321,282	248,273	0,056
$\hat{h}^2_{A(m)} \pm s$ (%)	80,68 \pm 2,96	84,17 \pm 2,43	74,61 \pm 3,89	73,43 \pm 4,07	69,40 \pm 3,75	66,67 \pm 4,63
CV _g (%)	49,10	18,88	78,02	18,92	23,34	12,62
CV _g /CV _E (b)	1,44	1,63	1,21	1,17	0,67	0,82

Foram estimados os coeficientes de correlação genética, fenotípica e ambiental entre as características produção por planta, peso médio dos tubérculos, peso específico dos tubérculos e maturação que são apresentados na Tabela 4. Observa-se que as correlações foram muito baixas, exceto entre produção por planta - peso médio dos tubérculos e peso específico - peso médio dos tubérculos, indicando por sua magnitude que estas características não são influenciadas pelos mesmos alelos e portanto a seleção para determinado caráter não influencia no comportamento do outro. A correlação relativamente alta entre a produção de tubérculos e peso médio dos tubérculos pode ser explicado por este caráter ser um dos componentes primários da produção. Portanto, é de se esperar que selecionando clones produtivos estes apresentem tubérculos maiores. Pela magnitude da correlação negativa entre o peso específico e o peso médio dos tubérculos conclui-se que a seleção de clones produ-

TABELA 4 - Coeficientes de correlação genética (r_G), fenotípico (r_F) e ambiental (r_E) entre os caracteres produção por planta (prod./pl.), peso médio de tubérculos (P. Med. Tub.), peso específico dos tubérculos (P. Esp.) e maturação (Matur.).

Pares de caracteres	r_G	r_F	r_E
Prod./Pl., P. Med. Tub.	0,75	0,67	0,30
Prod./Pl., P. Esp.	-0,05	-0,02	0,09
Prod./Pl., Matur.	0,20	0,10	-0,04
P. Esp., P. Med. Tub.	-0,55	-0,58	-0,73
P. Esp., Matur.	0,0006	0,00008	-0,001
P. Med. Tub., Matur.	0,14	0,12	0,05

tores de tubérculos graúdos não será um bom critério na obtenção de tubérculos com alto peso específico. Correlação fenotípica semelhante ($r_F = -0,68$) entre o peso específico dos tubérculos e o peso médio dos tubérculos foi encontrado por Killick (1977), analisando a variabilidade genética de vários caracteres, utilizando um cruzamento dialélico. Contudo, a ausência de correlação entre a produção e peso específico dos tubérculos indica que clones produtivos poderão apresentar alto peso específico. Haynes, Haynes e Swallow (1988) trabalhando com espécies diplóides de batata em ambientes com temperatura e fotoperíodo controlado também encontraram uma correlação muito baixa ($r_F = -0,02$) entre a produção e o peso específico dos tubérculos.

Na Tabela 5 estão apresentadas as médias das características avaliadas dos 14 clones selecionados. O critério

de seleção dos clones baseou-se principalmente em sua produção de tubérculos associado à frequência de pólen $2n$ acima de 5%, devido a importância que estas características assumem neste processo de melhoramento.

Os clones em geral apresentaram uma produção de tubérculos relativamente alta, sendo a distribuição de frequência das produções médias dos clones apresentadas na Figura 1. Em relação às testemunhas apenas um clone foi superior a Monalisa, contudo, apresentou frequência de pólen $2n$ menor que 5% e 38,9% dos clones foram mais produtivos que a testemunha Bintje. Com relação aos clones selecionados, observou-se que todos produziram acima de 0,570 kg/planta, sendo estatisticamente semelhante a Monalisa e alguns clones superiores a Bintje. Deve-se ressaltar que estas testemunhas são cultivares tetraplóides muito utilizadas em plantios comerciais por apresentarem produções elevadas e adaptação as nossas condições de cultivo. Em comparação aos clones de Cunha (1992) os quais originaram esta população, a produção de tubérculos foi muito superior. Entretanto, observa-se que estes materiais foram avaliados em épocas e locais diferentes, e que as condições de inverno em Lavras são superiores as condições de verão em Maria da Fé, onde foi realizado o experimento, para o desenvolvimento da cultura, principalmente no que se refere ao fotoperíodo e temperatura, as quais estão mais próximas das condições encontradas por *S. chacoense* em seu habitat natural.

TABELA 5 - Médias originais da produção por planta (kg), peso médio dos tubérculos (g), peso específico dos tubérculos, maturação (dias após emergência), comprimento do estolão (cm), freqüência de pólen 2n (%), viabilidade do pólen 2n (%), viabilidade do pólen n (%) e quantidade de pólen (notas) dos clones híbridos 2x (dihaplóides de *S. tuberosum* x *S. chacoense*) selecionados e testemunha.

Clone	Produção/ planta	Peso médio tubérculos	Peso específico	Maturação	Comprimento estolão	Freqüência pólen 2n	Viabilidade pólen 2n X 100	Viabilidade pólen n X 100	Quantidade pólen
Monalisa	0,322	63,16	1,064	86,50	6,60	*	*	*	*
115	0,765	23,17	1,090	104,00	39,60	7,29	97,00	54,00	2,00
30	0,762	18,58	1,082	106,00	45,60	8,66	24,00	12,00	2,00
105	0,734	21,23	1,089	112,50	50,40	9,39	100,00	84,00	3,67
47	0,726	37,24	1,096	118,00	59,80	8,76	58,00	47,00	3,67
31	0,712	31,28	1,091	124,50	62,40	6,71	65,00	54,00	3,33
116	0,679	33,98	1,100	121,50	33,80	5,03	84,00	70,00	3,33
91	0,662	24,43	1,095	112,00	59,00	8,25	30,00	15,00	2,33
11	0,636	28,24	1,081	115,00	59,80	11,96	97,00	91,00	3,00
140	0,627	21,57	1,086	112,50	48,60	10,37	94,00	60,00	2,67
76	0,615	20,35	1,088	120,00	57,00	7,16	80,00	48,00	3,00
62	0,598	22,79	1,087	114,00	33,80	6,73	59,00	46,00	2,33
90	0,595	21,72	1,111	117,00	46,40	6,45	67,00	61,00	2,33
63	0,576	15,73	1,089	102,00	52,40	6,54	33,00	20,00	1,67
51	0,574	23,71	1,093	114,50	48,20	5,30	98,00	66,00	3,00
Bintje	0,428	41,81	1,076	86,50	1,80	*	*	*	*
Média geral	0,384	19,62	1,091	114,13	45,43	5,04	39,85	54,69	2,48

* Não floresceu.

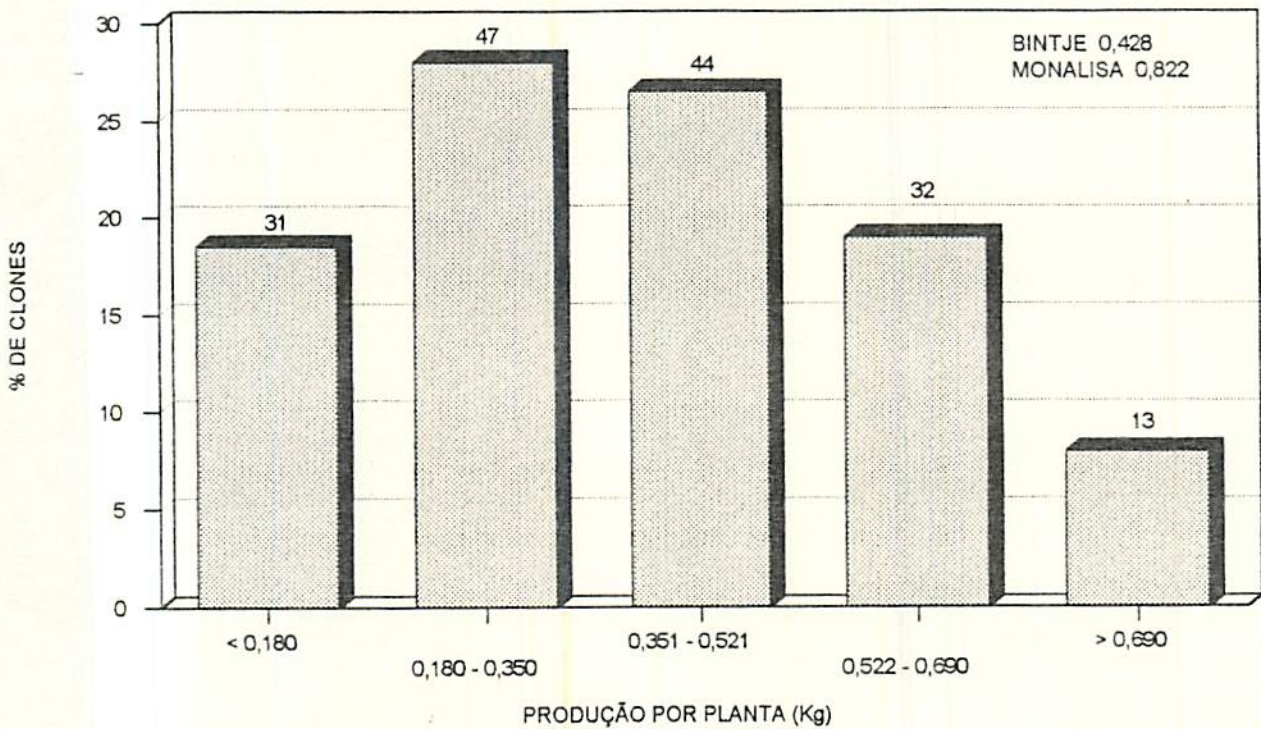


FIGURA 1 - Distribuição de freqüência dos 167 clones relativo a produção de tubérculos por planta (kg).

A distribuição de freqüência dos pesos médios dos tubérculos é apresentada na Figura 2. Os clones produziram tubérculos com peso médio de 19,62 g sendo todos inferiores as testemunhas Monalisa (63,16 g) e Bintje (41,80 g). O peso médio relativamente baixo pode ser explicado pelo grande número de tubérculos produzidos. Rowe (1967b) e Maris (1990) reportam que híbridos dihaplóides x espécies 2x geralmente produzem grande número de tubérculos pequenos enquanto que materiais tetraplóides produzem menor número de tubérculos grandes. Este fato é uma característica comum nas espécies selvagens e deve estar ocorrendo nestes híbridos que possuem 50% do seu genoma oriundo da espécie selvagem *S. chacoense*.

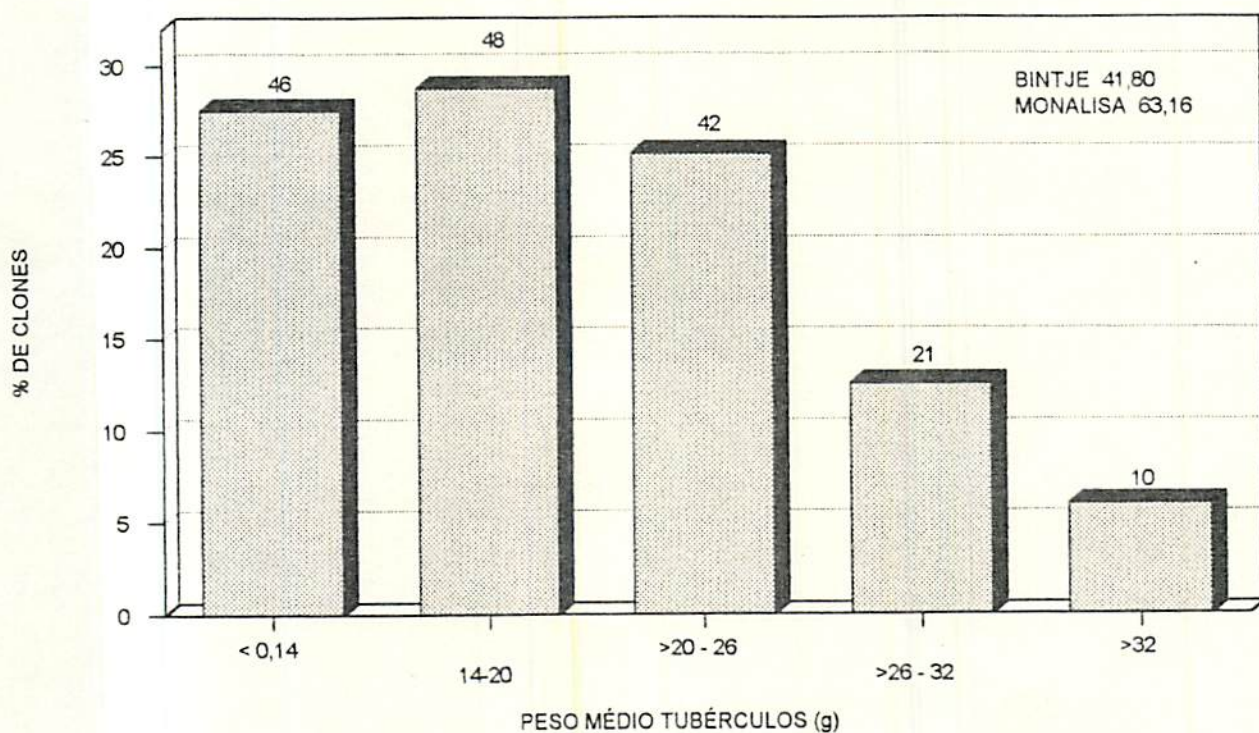


FIGURA 2 - Distribuição de freqüência dos 167 clones relativo ao peso médio dos tubérculos (g).

Outra característica associada à seleção destes clones foi o alto peso específico dos tubérculos os quais apresentaram valores que variaram de 1,060 a 1,123 (Figura 3), sendo a média geral igual a 1,091. Entretanto, observa-se que cerca de 90% dos clones apresentaram peso específico acima de 1,085, considerado como o limite inferior para clones possuidores de alto peso específico dos tubérculos (Vakis, 1978).

A seleção de clones que produzem tubérculos com alto peso específico está no fato desta característica ser altamente correlacionada ($r = 0,91$) com a matéria seca dos tubérculos (Schippers, 1976), a qual é considerada de fundamental importância para a qualidade do processamento dos tubérculos, entretanto deve-

se observar que as condições ambientais de cultivo exercem grande influência na expressão desta característica (Smith, 1975).

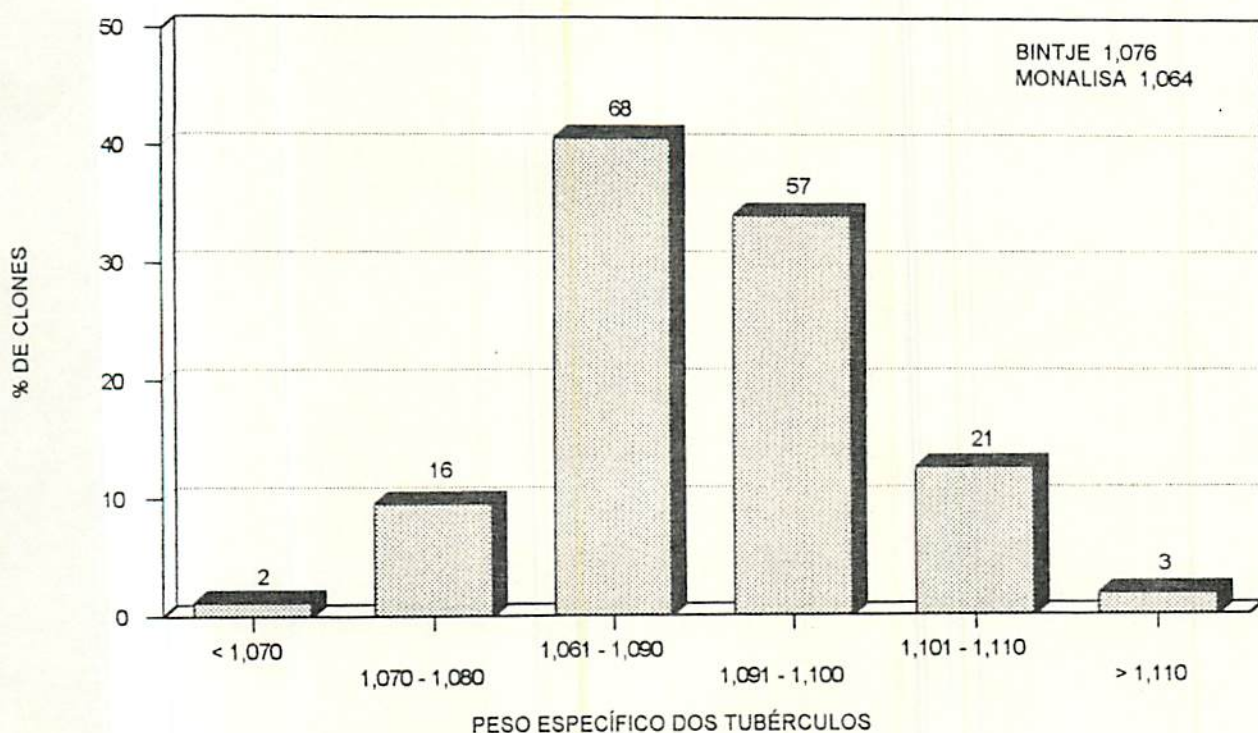


FIGURA 3 - Distribuição de frequência dos 167 clones relativos ao peso específico dos tubérculos.

Os ganhos esperados em função da produção por planta e produção de pólen $2n$ superior a 5% e utilizando a seleção direta para características individuais são apresentados na Tabela 6. Utilizando o primeiro critério, a seleção foi muito eficiente para produção de tubérculos e razoável para o peso médio dos tubérculos, sendo que os demais caracteres apresentaram ganhos relativamente baixos. Provavelmente isto ocorreu devido às baixas correlações existentes entre a produção de tubérculos e os demais caracteres agrônômicos avaliados. O ganho para o peso médio dos tubérculos pode ser explicado pela correlação existente entre este caráter e

a produção. Se a seleção fosse realizada diretamente para as características individuais, exceto para o peso específico dos tubérculos, ganhos significativos seriam observados. O reduzido ganho com a seleção direta para o peso específico dos tubérculos provavelmente é devido ao índice de seleção praticado, visto que esta população em geral apresenta alto peso específico dos tubérculos, sugerindo que as melhores combinações alélicas possíveis estão presentes nesta população. Entretanto, maiores ganhos podem ser esperados, desde que se adote uma maior intensidade de seleção.

TABELA 6 - Ganhos esperados com a seleção de 14 clones ($\% G_{s14}$) baseado na produção de tubérculos e freqüência de pólen 2n e ganhos esperados com a seleção em características individuais ($\% G_s$) para produção por planta, peso médio dos tubérculos, peso específico dos tubérculos, maturação, comprimento do estolão e quantidade de pólen.

Características	$\% G_{s(14)}$	$\% G_s$
Produção/planta	58,10	79,69
Peso médio dos tubérculos	11,60	27,44
Peso específico	0	1,30
Maturação	-0,55	-28,08
Comprimento do estolão	6,62	-33,67
Quantidade de pólen	3,82	15,48

Em relação a maturação a distribuição de freqüência das médias é apresentada na Figura 4. Em geral os clones foram tardios, com média de 114,3 dias após emergência, sendo todos mais

tardios que as testemunhas Monalisa e Bintje ($X = 86,5$ dias).

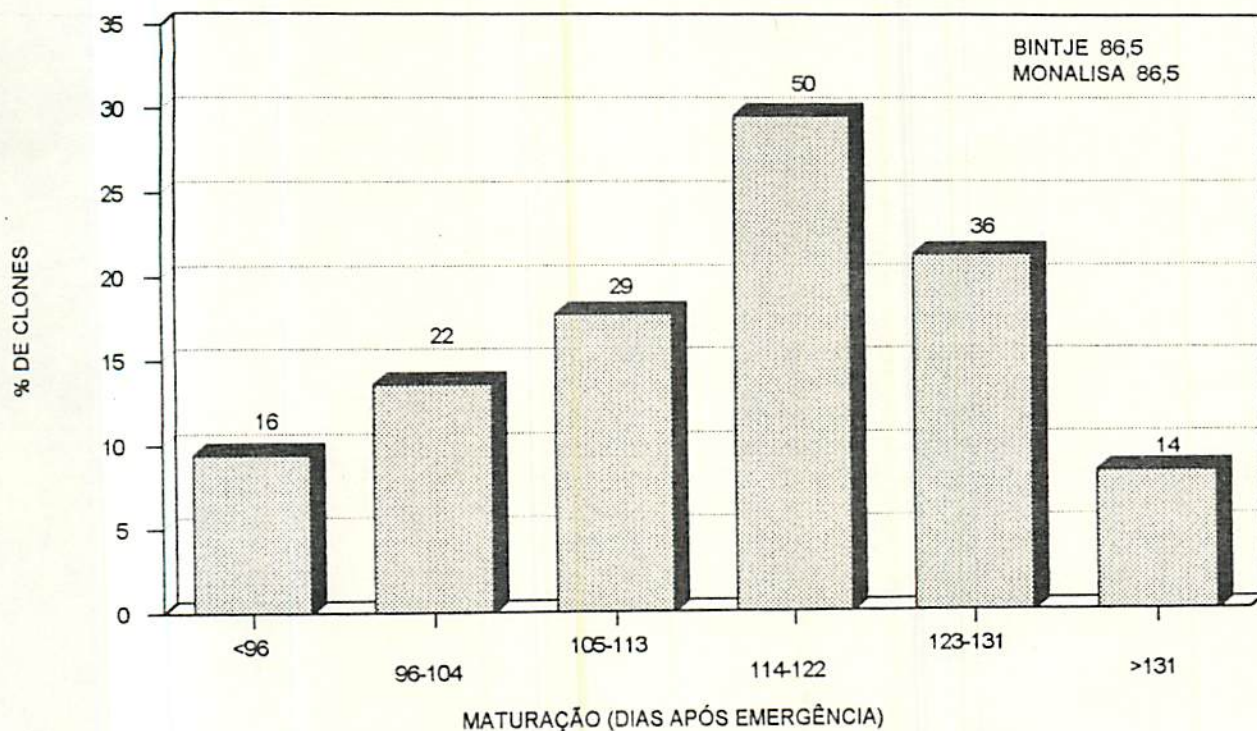


FIGURA 4 - Distribuição de freqüência dos 167 clones relativo a maturação (dias após emergência).

Segundo Leue (1983) citado por Hermundstad e Peloquin (1985a) a maturação tardia é dominante (M) sobre a maturação precoce (m). As espécies selvagens normalmente são de dias curtos e quando cultivadas sob condições de 13 horas ou mais de luz apresentam maturação tardia (Ortiz et al., 1991). Desse modo é provável que o alelo dominante presente na espécie selvagem *S. chacoense* ou mesmo nos dihaplóides tenha sido passado para os híbridos, avaliados neste estudo. Mendoza e Haynes (1976 e 1977) relatam que uma mutação para um alelo que atrasa o início da tuberização poderia afetar também a maturidade. Isto é, os clones

seriam tardios por iniciarem tardiamente a tuberização.

Os clones apresentaram estolões muito longos, variando de 11,8 cm a 74,2 cm de comprimento (Figura 5) e média geral de 45,43 cm. Todos os clones tiveram estolões mais longos que as testemunhas Monalisa ($X = 6,0$ cm) e Bintje ($X = 1,8$ cm). Estolões longos são devidos à herança de *S. chacoense*, pois esta espécie é relatada (Leue e Peloquin, 1980 e Den Nijs, Leue e Peloquin, 1980) por apresentar entre as características indesejáveis estolões muito longos. Portanto, a seleção e intercruzamentos para adaptação de características desejáveis torna-se evidente tanto em *S. chacoense* ou outra espécie 2x, antes da hibridação com dihaplóides. Segundo Ross (1986), espécies selvagens quando cultivadas sob fotoperíodo longo apresentam estolões longos. A descoberta do alelo mutante "Topiary" (tp), de natureza recessiva (Den Nijs, Leue e Peloquin, 1980) em plantas de *S. infundibuliforme* e que promove estolões muito curtos e iniciação precoce da tuberização, possibilita a introdução destas características em *S. chacoense* ou espécies 2x e híbridos dihaplóides. Leue (1980) citado por Leue e Peloquin (1982), reporta que clones com alguns genes de *S. infundibuliforme* são mais valiosos para tuberização que clones de *S. chacoense* puros. Entretanto, cuidados com a seleção são necessários, pois entre as plantas "Topiary" encontram-se aquelas com crescimento de muitos brotos laterais devido a ausência de dominância apical, com produção de tubérculos com rachaduras e com desenvolvimento secundário (embonecamento) (Den Nijs, Leue e Peloquin, 1980). Cultivares de estolões curtos é desejado, pois além de facilitar os tratos culturais isto possibilita uma colheita mais precisa e

econômica sem perda de tubérculos. A iniciação e o subsequente desenvolvimento do estolão tem sido relatado por vários pesquisadores (Lovell e Booth, 1969; Kumar e Wareing, 1972 e Kratzke e Palta, 1992) em cultivares tetraplóides, entretanto sobre o comportamento das progênies originadas de cruzamentos 4x-2x nenhum relato foi encontrado.

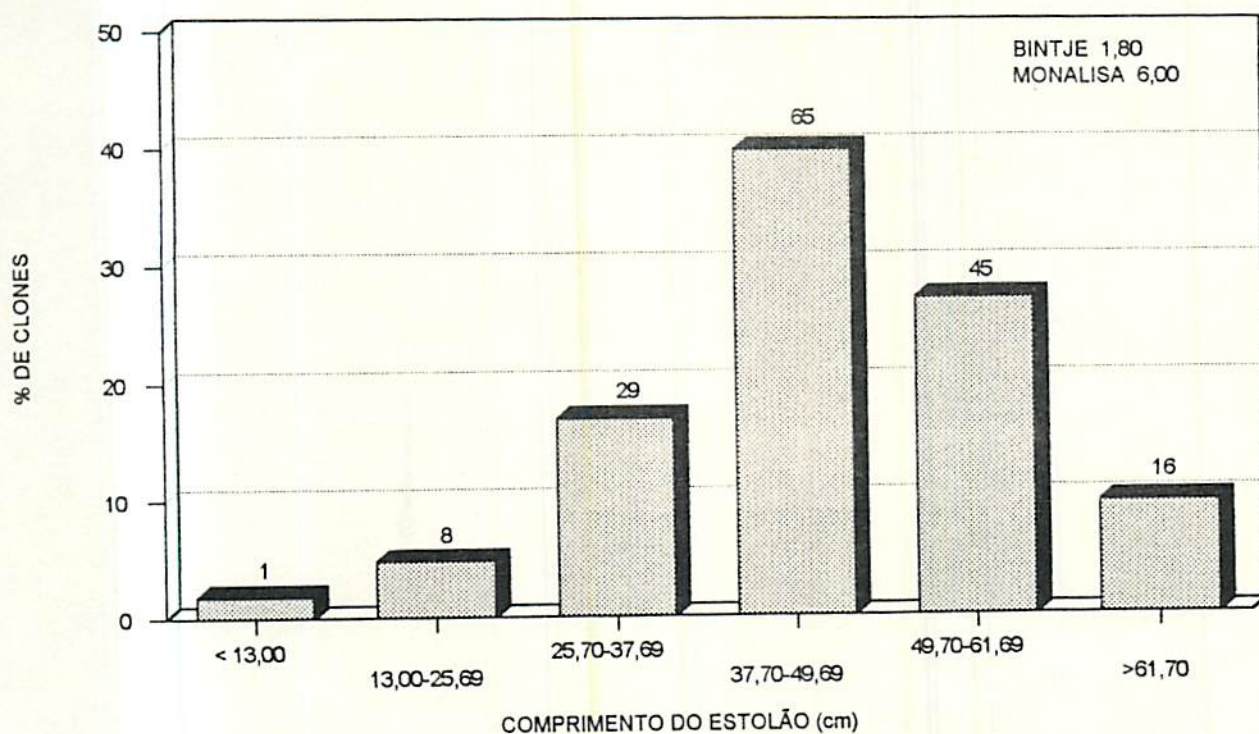


FIGURA 5 - Distribuição de frequência de 164 clones relativo ao comprimento do estolão (cm).

Em relação ao aspecto geral dos tubérculos a maioria dos clones apresentaram tipo de pele áspera, olhos rasos e pouco profundos, formato de tubérculos oblongo e ovalado e polpa de cor branca. O aspecto geral dos tubérculos dos clones selecionados estão apresentados na Tabela 7. Estas características entretanto

não são fatores limitantes para utilização destes clones em cruzamentos 4x-2x, pois pele áspera constitui apenas uma aparência externa dos tubérculos a qual não representa relação com a qualidade do produto, apesar de pele lisa ser mais preferida comercialmente. Olhos rasos e pouco profundos assim como formato oblongo ou ovalado são características comerciais vantajosas e preferida pelos consumidores. A polpa branca por sua vez nestes materiais também não constitui problema em cruzamentos 4x-2x, uma vez que é admitido um controle monogênico recessivo para o fenótipo polpa branca (Howard, 1970 e Veilleux e Lauer, 1981b).

TABELA 7 - Aspecto geral dos tubérculos dos clones híbridos 2x (di-haplóides de *S. tuberosum* x *S. chacoense*) selecionados.

Clone	Tipo pele	Profundidade olhos	Formato tubérculo	Cor polpa
115	Russet	Pouco profundo	Oblongo	Branca
30	Áspera	Pouco profundo	Ovalado	Branca
105	Áspera	Profundo	Oblongo	Branca
47	Lisa	Pouco profundo	Oblongo	Branca
31	Lisa	Pouco profundo	Ovalado	Branca
116	Áspera	Profundo	Oblongo	Branca
91	Pouco áspera	Pouco profundo	Oblongo	Branca
11	Áspera	Pouco profundo	Oblongo	Branca
140	Áspera	Pouco profundo	Ovalado	Branca
76	Pouco áspera	Profundo	Oblongo	Branca
62	Áspera	Pouco profundo	Ovalado	Branca
90	Áspera	Pouco profundo	Oblongo	Branca
63	Áspera	Superficial	Ovalado	Branca
51	Pouco áspera	Pouco profundo	Oblongo	Branca

4.2 Caracteres de florescimento

A característica quantidade de pólen na antera apresentou diferenças altamente significativas entre os clones avaliados (Tabela 1), havendo clones que produziram desde uma quantidade muito reduzida de pólen (nota 1) até clones que produziram pólen abundantemente (nota 4) (Figura 6). Observou-se que além das testemunhas Bintje e Monalisa, 7,74% dos clones não floresceram neste experimento.

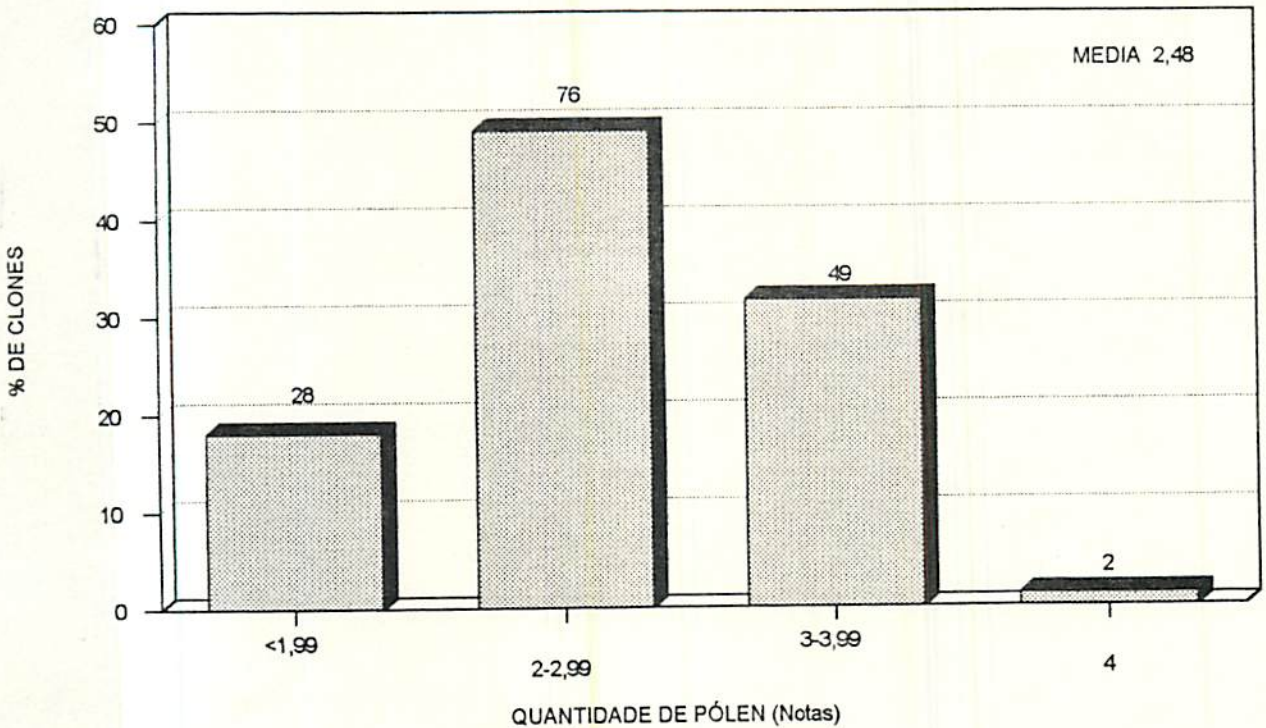


FIGURA 6 - Distribuição de frequência de 155 clones relativo a quantidade de pólen (notas).

Quanto a freqüência de pólen $2n$, viabilidade do pólen $2n$ e n são apresentados as distribuições de freqüências das médias dos clones, nas Figuras 7, 8 e 9, respectivamente. A média geral para freqüência de pólen $2n$ foi de 5,043%, com uma amplitude de 0 a 25,62%. Observou-se que 45,24% dos clones apresentaram freqüências superiores a 5%. Quinn, Mok e Peloquin (1974) indicam esta freqüência como sendo o limite inferior para um clone ser utilizado em cruzamentos $4x-2x$. Ortiz e Peloquin (1992), consideram como limite inferior a produção de 1% de pólen $2n$ e acrescentam que a expressão deste caráter é controlada por um ou dois genes, sendo também muito influenciado pelas condições ambientais, principalmente altas temperaturas. Jacobsen (1978) reporta que entre plantas do mesmo clone crescidas em casa de vegetação a produção de pólen $2n$ variou de 0,4% a 31% e sugere um modelo poligênico no controle da expressividade deste caráter.

A simples identificação de clones produtores de pólen $2n$ com características desejadas torna a poliploidização sexual unilateral um método de melhoramento viável, pois é possível a transferência das características de interesse da espécie $2x$ e da diversidade alélica para a cultivar tetraplóide. Entretanto, um entrave no uso de gametas $2n$ no melhoramento é a baixa quantidade de sementes obtidas após os cruzamentos $4x-2x$. Quinn, Mok e Peloquin (1974) encontraram correlações significativas entre o número de sementes por fruto e a porcentagem de pólen $2n$. Segundo Schroeder e Peloquin (1983), o número de sementes por fruto aumentou quando a porcentagem de pólen $2n$ variou de 20 até 40% e que porcentagens igual ou menor que 10% produziram quantidades satis-

fatórias de sementes, indicando que cruzamentos 4x-2x são possíveis mesmo utilizando clones 2x com níveis baixos de pólen 2n. Estes autores recomendam ainda que o melhor método para aumentar a frequência de pólen 2n de uma população é o controle biparental. Yerk e Peloquin (1989a) relatam que a seleção de clones produtores de pólen 2n não tem afetado o nível de variação das características produção de tubérculos, peso específico dos tubérculos, número e aparência dos tubérculos e a percentagem de tuberização. Acrescentam que populações produtoras de pólen 2n, normalmente são vigorosas e florescem mais intensamente, contudo são de maturação tardia. Portanto, cuidados com a seleção são necessários, no sentido de evitar clones com maturação tardia nos híbridos produtores de pólen 2n.

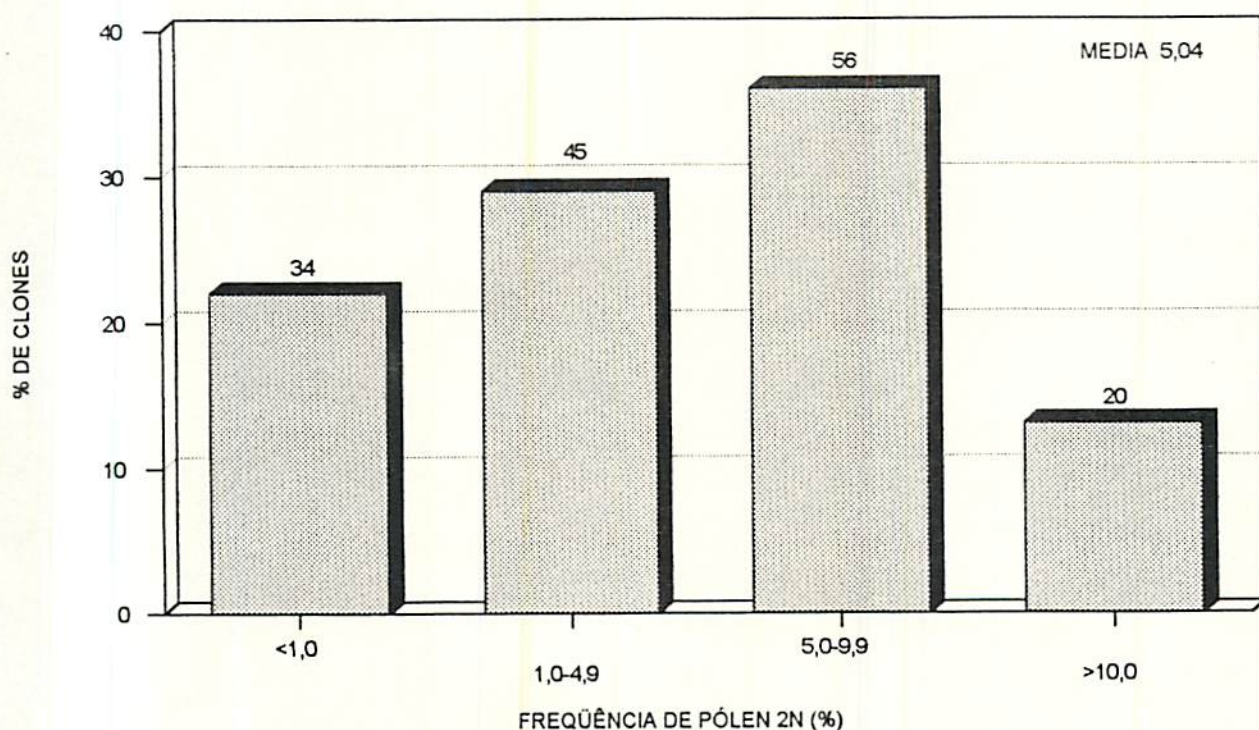


FIGURA 7 - Distribuição de frequência de 155 clones relativo a frequência de pólen 2n (%).

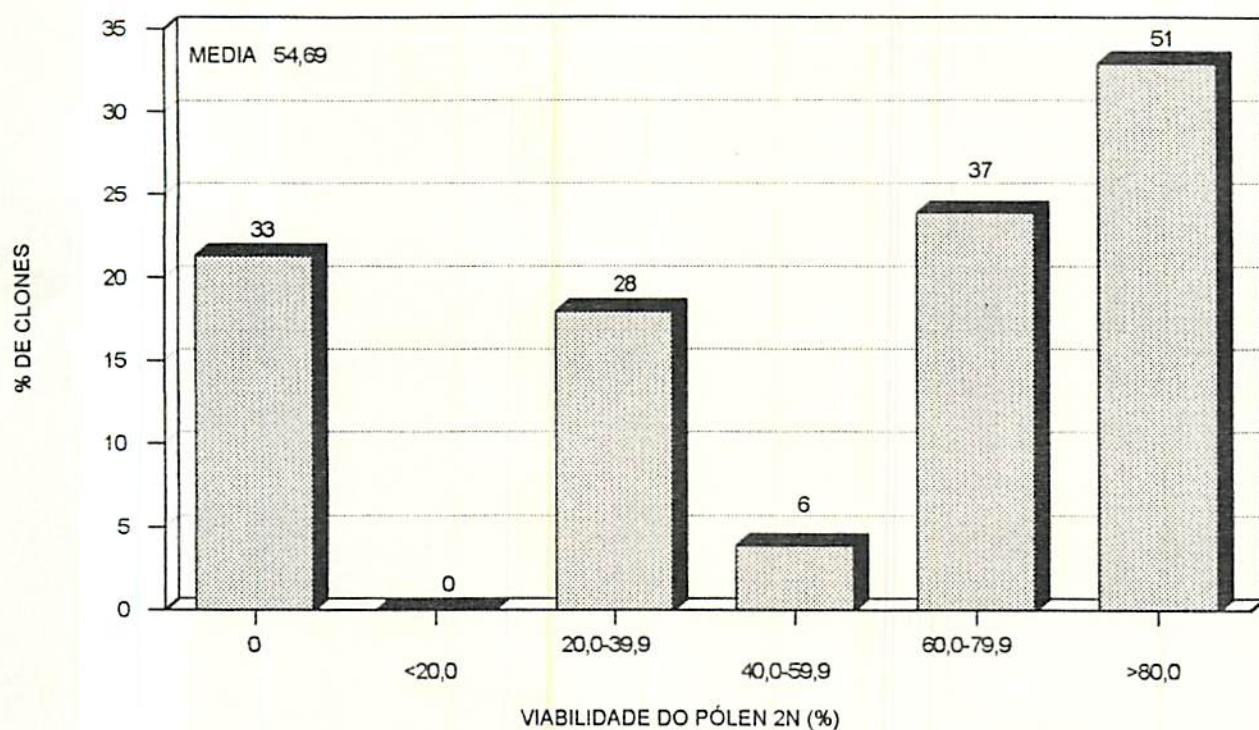


FIGURA 8 - Distribuição de freqüência de 155 clones relativo a viabilidade de pólen 2n (%).

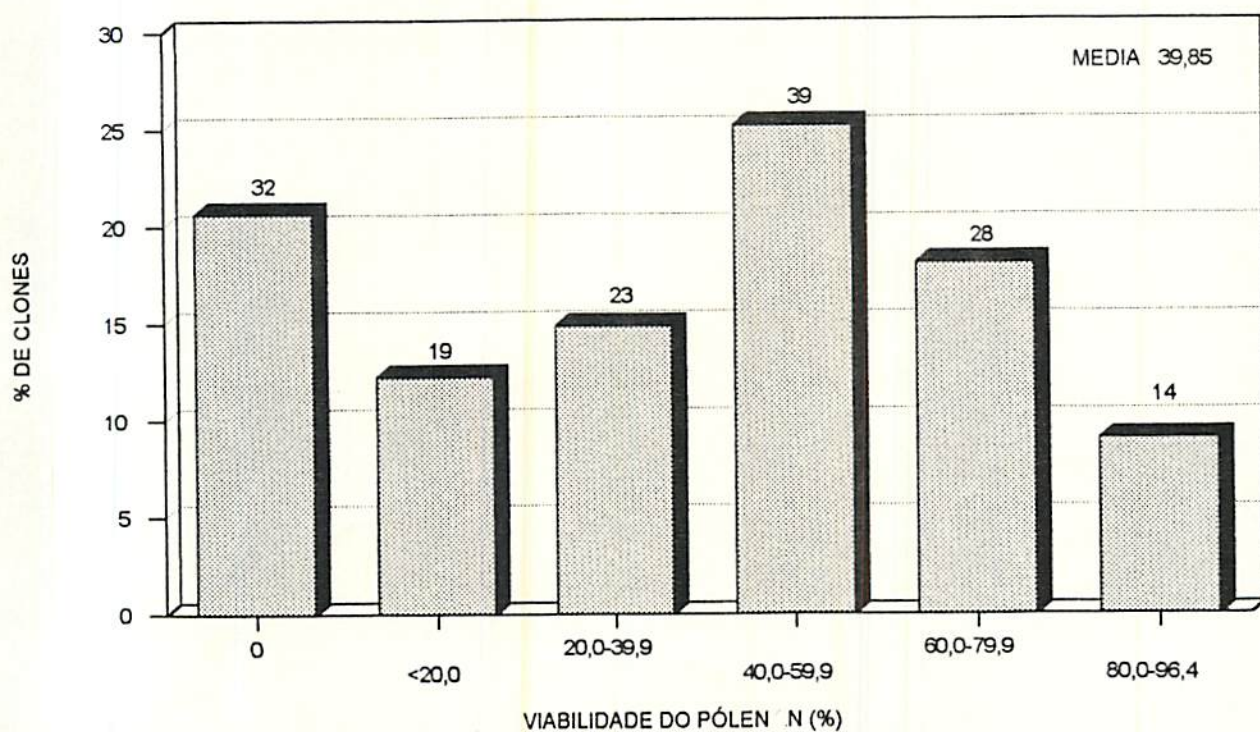


FIGURA 9 - Distribuição de freqüência de 155 clones relativo a viabilidade do pólen n (%).

No presente trabalho os grãos de pólen apresentaram diâmetro médio de $19,67 \pm 0,09 \mu\text{m}$ e $26,08 \pm 0,13 \mu\text{m}$ para o pólen n e 2n respectivamente. Estes resultados estão de acordo com os apresentados por Quinn, Mok e Peloquin (1974) de 18 a 23 μm para o pólen n e 26 a 33 μm para o pólen 2n e Ramana (1974) que considera como pólen n o diâmetro de $< 25 \mu\text{m}$ e pólen 2n $> 25 \mu\text{m}$. Cunha (1992) e Oliveira (1994) trabalhando com os progenitores dos híbridos avaliados neste estudo, encontraram respectivamente diâmetros médios de 21,9 e 22,4 para o pólen n e 29,6 e 27,4 para o pólen 2n.

Os clones apresentaram viabilidade do pólen 2n que variou de zero a 100%, sendo a média geral de 54,69%. Observou-se que 21,3% dos clones produziram tanto pólen n como 2n totalmente inviáveis. Uma possível explicação para este resultado é que todos os processos meióticos são regulados por genes mas também por sensibilidade a fatores ambientais. Portanto, a expressão de variantes sinápticos na primeira divisão meiótica os quais provocam redução ou falta de pareamento cromossômico e conseqüente segregação irregular (Iwanaga, 1984), pode ter sido a causa da esterilidade encontrada nestes clones. No período de desenvolvimento deste trabalho a temperatura variou de $8,4^{\circ}\text{C}$ a $30,7^{\circ}\text{C}$ podendo ser observado na Figura 10. Hermundstad e Peloquin (1985b) encontraram baixas viabilidades de pólen 2n quando o florescimento ocorreu em altas temperaturas. Cunha (1992) observou diferenças significativas na viabilidade do pólen 2n entre as épocas de primavera e outono. Sugere ainda que em geral os clones que apresentaram freqüências mais elevadas de pólen 2n produziram baixa viabilidade de pólen n.

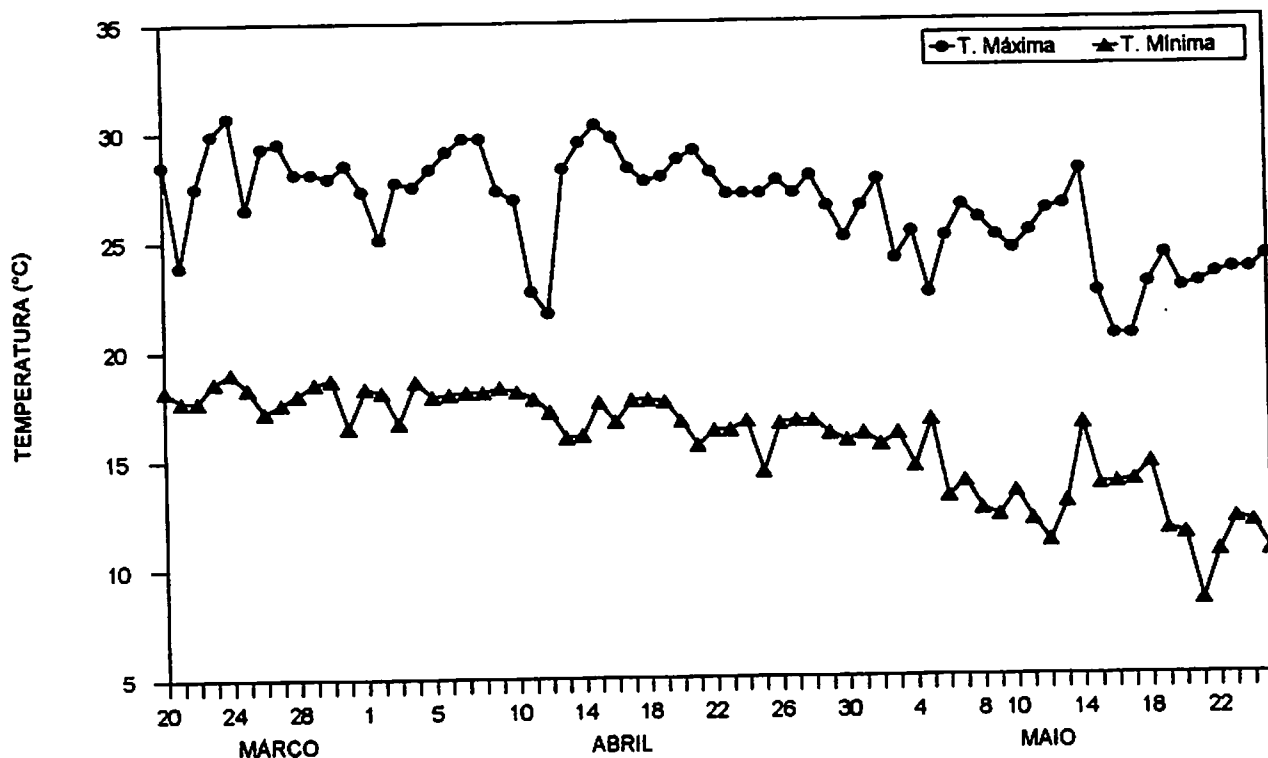


FIGURA 10 - Médias das temperaturas máxima e mínima registradas no período de março a maio. Departamento de Biologia - ESAL, Lavras-MG, 1993.

Outro aspecto relacionado a viabilidade do pólen $2n$ diz respeito a produção de sementes. Schroeder e Peloquin (1983) relatam que amostras de pólen com menos de 15% de viabilidade reduzem a quantidade de sementes em cruzamentos $4x-2x$, diminuindo assim a obtenção de clones tetraplóides. Segundo Oliveira (1994) na seleção dos clones deve-se associar freqüência de pólen $2n$ à viabilidade dos mesmos, bem como o modo de formação do pólen $2n$ para que possam aumentar as chances de sucesso em cruzamentos $4x-2x$.

A viabilidade do pólen n apresentou uma média de 39,85%, com uma variação de zero a 96,4%. Este estudo torna-se importante quando se deseja manter no nível diplóide o processo de seleção e recombinação genética destas populações.

5 CONCLUSÕES

- Entre os 167 híbridos avaliados foi observado ampla variabilidade genética para todos os caracteres estudados.

- Identificou-se clones produtivos, com frequência de pólen $2n$ superior a 5% e com alto peso específico dos tubérculos, apresentando potencial para serem utilizados em cruzamentos com a espécie cultivada.

- Os clones foram tardios e apresentaram estolões longos.

- A seleção para produção e frequência de pólen $2n$ não afetou as características peso médio dos tubérculos, peso específico dos tubérculos, maturação, comprimento do estolão e quantidade de pólen nas anteras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMOROS, W.R.; MENDOZA, H.A. Relationship between heterozygosity and yield in autotetraploid potatoes. *American Potato Journal*, Orono, v.56, n.10, p.455, 1979. (Abstract).
- 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, 1991.
- BINGHAM, E.T. Maximizing heterozygosity in autopolyploids. In: LEWIS, W.H. (ed). *Polyploid: Biological relevance*. New York: Plenum Press, 1980. p.471-489.
- BOX, G.E.P.; COX, D.R. An analysis of transformations. *Journal of the Royal Statistical*, London, v.26, n.2, p.211-252, 1964.
- CHASE, S.S. Analytic breeding in *Solanum tuberosum* L. A scheme utilizing parthenotes and other diploid stocks. *Canadian Journal of Genetics and Cytology*, Ontario, v.5, p.359-363, 1963.

- CONCÍLIO, L. Morphological variability of potato haploids ($2n = 2x = 24$) extracted from a broadly genetic based tetraploid population. *Journal Genetics & Breeding*, Madison, v.46, n.1, p.35-40, 1992.
- CUNHA, A.L. Caracterização agronômica e produção de pólen $2n$ em híbridos de dihaplóides de *Solanum tuberosum* x *Solanum chacoense*. Lavras: ESAL, 1992. 83p. (Tese - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- De JONG, H.; TAI, G.C.C.; RUSSELL, W.A.; JOHNSTON, G.R.; PROUDFOOT, K.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, 1981.
- DEN NIJS, T.P.M.; LEUE, E.F.; PELOQUIN, S.J. Topiary, a mutant character in *Solanum infundibuliforme*. *The Journal of Heredity*, Baltimore, v.71, n.1, p.57-60, 1980.
- FREIRE, J.C. Condutividade hidráulica e capacidade de campo de Latossolo Roxo distrófico não saturado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.3, n.2, p.73-77, 1979.
- HANNEMAN JR., R.E.; RUHDE, R.W. Haploid extraction in *Solanum tuberosum* group *Andigena*. *American Potato Journal*, Orono, v.55, n.5, p.259-263, 1978.

- HAWKES, J.G. History of the potato. In: HARRIS, P.M. The potato crop: The scientific basis of improvement. London, Chapman and Hall, 1978. p.1-14.
- HAYNES, K.G.; HAYNES, F.L.; SWALLOW, W.H. Variability of flowering and 2n pollen production in diploid potatoes under high temperatures. *American Potato Journal*, Orono, v.64, n.1, p.35-40, 1987.
- HAYNES, K.G.; HAYNES, F.L.; SWALLOW, W.H. Temperatures and photoperiod effects on tuber production and specific gravity in diploid potatoes. *HortScience*, Virginia, v.23, n.3, p.562-565, 1988.
- HERMUNDSTAD, S.A.; PELOQUIN, S.J. Germplasm enhancement with potato haploids. *The Journal of Heredity*, Baltimore, v.76, n.6, p.463-467, 1985a.
- HERMUNDSTAD, A.S.; PELOQUIN, S.J. Male fertility and 2n pollen production in haploid - wild species hybrids. *American Potato Journal*, Orono, v.62, n.9, p.479-487, 1985b.
- HERMUNDSTAD, A.S.; PELOQUIN, S.J. Tuber yield and tuber traits of haploid - wild species F₁ hybrids. *Potato Research*, Wageningen, v.29, p.289-297, 1986.

- HOUKAS, R.W.; PELOQUIN, S.J. The potential of potato haploid in breeding and genetic research. *American Potato Journal*, Orono, v.35, n.10, p.701-707, 1958.
- HOUKAS, R.W.; PELOQUIN, S.J.; GABERT, A.C. Effect of seed-parent and pollinator on frequency of haploids in *Solanum tuberosum*. *Crop Science*, Madison, v.4, p.593-595, 1964.
- HOWARD, H.W. *Genetics of the potato*. London: Logos Press, 1970. p.123.
- HOWARD, H.W. The production of new varieties. In: HARRIS, P.M. (ed). *The potato crop*. London: Chapman and Hall, 1978. p.607-646.
- IRIKURA, Y. Induction of haploid plants by anther culture in tuber-bearing species and interspecific hybrids of *Solanum*. *Potato Research*, Wageningen, v.18, p.133-140, 1975.
- IWANAGA, M. Ploidy level manipulation approach: development of diploid populations with specific resistance and FDR 2n pollen production. In: PLANNING CONFERENCE, 26, Lima, 1983. Report... Lima: CIP, 1985. p.57-70.
- IWANAGA, M. Discovery of a synaptic mutant in potato haploids and its usefulness for potato breeding. *Theoretical and Applied Genetics*, Vienna, v.68, p.83-93, 1984.

- IWANAGA, M.L.; SCHIMIEDICH, P. Uso de espécies silvestres para mejorar los cultivares de papa. CIP, Circular, v.17, n.2, p.1-7, 1989.
- JACOBSEN, E. Haploid, diploid and tetraploid parthenogenesis in interspecific crosses between *Solanum tuberosum* interdihaploids and *S. phureja*. Potato Research, Wageningen, v.21, p.15-17, 1978.
- 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, 1989.
- JOHNSTON, S.A.; DEN NIJS, T.P.M.; PELOQUIN, S.J.; HANNEMAN JR., R.E. The significance of genic balance to endosperm development in interespecific crosses. Theoretical and Applied Genetics, Vienna, v.57, p.5-9, 1980.
- KIDANE-MARIAM, H.M.; PELOQUIN, S.J. The effect of direction of hybridization (4x-2x vs 2x-4x) on yield of cultivated potatoes. American Potato Journal, Orono, v.51, n.10, p.330-336, 1974.
- KILLICK, R.J. Genetic analysis of several traits in potatoes by means of a diallel cross. Annals of Applied Biology, London, v.86, p.279-289, 1977.

- KRATZKE, M.G.; PALTA, J.P. Variations in stolon length and in incidence of tuber roots among eight potato cultivars. *American Potato Journal*, Orono, v.69, n.9, p.561-570, 1992.
- KUMAR, D.; WAREING, P.F. Factors controlling stolon development in the potato plant. *New Phytologist*, Cambridge, v.71, p.639-648, 1972.
- LANDEO, J.A.; HANNEMAN JR., R.E. Crossability of *Solanum tuberosum* GP. *Andigena* haploids. *American Potato Journal*, Orono, v.56, n.9, p.427-434, 1979.
- LEUE, E.F.; PELOQUIN, S.J. Selection for 2n gametes and tuberization in *Solanum chacoense*. *American Potato Journal*, Orono, v.57, n.5, p.189-195, 1980.
- LEUE, E.F.; PELOQUIN, S.J. The use of Topiary gene in adapting *Solanum* germplasm for potato improvement. *Euphytica*, Wageningen, v.31, n.1, p.65-72, 1982.
- LOVELL, P.H.; BOOTH, A. Stolon initiation and development in *Solanum tuberosum* L. *New Phytologist*, Cambridge, v.68, p.1175-1185, 1969.

- 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, 1990.
- MCCOY, T.J. The inheritance of 2n pollen formation in diploid alfalfa *Medicago sativa*. *Canadian Journal of Genetics and Cytology*, Ontario, v.24, n.3, p.315-323, 1982.
- McHALE, N.A. Environmental induction of high frequency 2n pollen formation in diploid *Solanum*. *Canadian Journal of Genetics and Cytology*, Ontario, v.25, n.6, p.609-615, 1983.
- MENDIBURU, A.O.; PELOQUIN, S.J. Bilateral sexual polyploidization in potatoes. *Euphytica*, Wageningen, v.26, n.3, p.573-583, 1977a.
- MENDIBURU, A.O.; PELOQUIN, S.J. The significance of 2n gametes in potato breeding. *Theoretical and Applied Genetics*, Vienna, v.49, p.53-61, 1977b.
- MENDIBURU, A.O.; PELOQUIN, S.J.; MOK, D.W.S. Potato breeding with haploid and 2n gametes. In: KASHA, K.J. (ed). *Haploids in higher plants*. Ontário: University of Guelph, 1974. p.249-258.
- MENDOZA, H.A. Population breeding as a tool for germplasm enhancement. *American Potato Journal*, Orono, v.66, n.10, p.639-653, 1989.

- MENDOZA, H.A.; HAYNES, F.L. Genetic basis of heterosis for yield in the autotetraploid potato. *Theoretical and Applied Genetics*, Vienna, v.45, p.21-25, 1974.
- MENDOZA, H.A.; HAYNES, F.L. Genetic relationship among potato cultivars grown in the United States. *HortScience*, Virginia, v.9, n.4, p.328-330, 1974.
- MENDOZA, H.A.; HAYNES, F.L. Inheritance of tuber initiation in tuber bearing *Solanum* as influenced by photoperiod. *American Potato Journal*, Orono, v.54, n.6, p.243-252, 1977.
- MENDOZA, H.A.; HAYNES, F.L. Some aspects of breeding and inbreeding in potatoes. *American Potato Journal*, Orono, v.50, n.6, p.216-222, 1973.
- MENDOZA, H.A.; HAYNES, F.L. Variability for photoperiodic reaction among diploid and tetraploid potato clones from three taxonomic groups. *American Potato Journal*, Orono, v.53, n.9, p.319-332, 1976.
- MENDOZA, H.A.; VARGAS, S. The adaptation of the cultivated potato to the Lowland Tropics. *American Potato Journal*, Orono, v.53, n.11, p.404, 1976. (Abstract).

- MOK, D.W.S.; PELOQUIN, S.J.; TARN, T.R. Cytology of potato triploids producing $2n$ pollen. *American Potato Journal*, Orono, v.52, n.6, p.171-174, 1975.
- MONTELONGO-ESCOBEDO, H.; ROWE, P.R. Haploid induction in potato: Cytological basis for the pollinator effect. *Euphytica*, Wageningen, v.18, n.1, p.116-123, 1969.
- NEELE, A.E.F. Study on the inheritance of potato tuber yield by means of harvest index components and its consequences for choice of parental material. *Euphytica*, Wageningen, v.48, n.2, p.159-166, 1990.
- OLIVEIRA, M.N. de. Mecanismos de produção de pólen não reduzido em híbridos de dihaplóides de *Solanum tuberosum* L x *Solanum chacoense* Bitt. Lavras, ESAL, 1994. 66p. (Tese - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- ORTIZ, R.; EHLENFELDT, M.K. The importance of endosperm balance number in potato breeding and the evolution of tuber-bearing *Solanum* species. *Euphytica*, Wageningen, v.60, n.2, p.105-113, 1992.
- ORTIZ, R.; FREYRE, R.; PELOQUIN, S.J.; IWANAGA, M. Adaptation to day length and yield stability of families from $4x-2x$ crosses in potato. *Euphytica*, Wageningen, v.56, n.2, p.187-195, 1991.

- 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.; PELOQUIN, S.J. Population improvement in the development of 2x parents in potato using exotic germplasm. *Journal Genetics & Breeding*, Madison, v.47, n.1, p.81-88, 1993.
- ORTIZ, R.; PELOQUIN, S.J. Recurrent selection for 2n gamete production in 2x potatoes. *Journal Genetics & Breeding*, Madison, v.46, n.4, p.383-390, 1992.
- OWEN, H.R.; VEILLEUX, R.E.; HAYNES, F.L.; HAYNES, K.G. Photoperiod effects on 2n pollen production, response to anther culture, and net photosynthesis of a diplandrous clone of *Solanum phureja*. *American Potato Journal*, Orono, v.65, n.3, p.131-139, 1988.
- PELOQUIN, S.J. Chromosomal and cytoplasmic manipulations. In: FREY, K.J. *Plant Breeding Symposium*. 2.nd, Iowa: Iowa State University Press, 1981. p.117-137.
- PELOQUIN, S.J. New approaches to breeding for the potato 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.; JANSKY, S.H.; YERK, G.L. Potato cytogenetics and germplasm utilization. *American Potato Journal*, Orono, v.66, n.10, p.629-637, 1989.
- PELOQUIN, S.J.; ORTIZ, R. Techniques for introgressing unadapted germplasm to breeding populations. In: STALKER, H.T.; MURPHY, J.P. *Plant breeding in the 1990s*. Raleigh: C.A.B. International, 1991. p.485-512.
- QUINN, A.A.; MOK, D.W.; PELOQUIN, S.J. Distribution and significance of diplandroids among the diploid *Solanum*. *American Potato Journal*, Orono, v.51, n.11, p.16-21, 1974.
- RAMANNA, M.S. The origin of unreduced microspores due to aberrant cytokinesis in the meiocytes of potato and its genetic significance. *Euphytica*, Wageningen, v.23, n.1, p.20-30, 1974.
- RADCLIFFE, E.B.; RADCLIFFE, D.G. Evaluating the U.S. Potato Germplasm Collection for Resistance to Colorado Potato Beetle. *American Potato Journal*, Orono, v.63, n.8, p.448-449, 1986. (Abstracts).
- ROSS, H. *Potato Breeding: problems and perspectives*. Berlin: Verlag Paul Parey, 1986. p.132. (Advances in Plant Breeding, 13).

- 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, 1967a.
- ROWE, P.R. Performance and variability of diploid and tetraploid potato families. *American Potato Journal*, Orono, v.44, n.8, p.263-271, 1967b.
- SANFORD, J.C.; HANNEMAN JR., R.E. Intermating of potato haploids and spontaneous sexual polyploidization - effects on heterozygosity. *American Potato Journal*, Orono, v.59, n.9, p.407-414, 1982.
- SCHIPPERS, P.A. The relationship between specific gravity and percentage dry matter in potato tubers. *American Potato Journal*, Orono, v.53, n.4, p.111-122, 1976.
- SCHROEDER, S.H.; PELOQUIN, S.J. Seed set in 4x-2x crosses as related to 2n pollen frequency. *American Potato Journal*, Orono, v.60, n.7, p.527-536, 1983.
- SIMMONDS, N.W. Potatoes. In: ——. *Evolution of crop plants*. London: Longman, 1979. p.279-283.

- SINGSIT, C.; HANNEMAN JR., R.E. Haploids of tetraploid ($2n = 4x = 48$) Mexican potato species - their extraction, cytology and crossability. *American Potato Journal*, Orono, v.64, n.9, p.469-482, 1987.
- SINGSIT, C.; VEILLEUX, R.E. Intra and interspecific transmissions of androgenetic competence in diploid potato species. *Euphytica*, Wageningen, v.43, n.1-2, p.105-112, 1989.
- SMITH, O. Effect of cultural and environmental conditions on potatoes for processing. In: ——. *Potato Processing*. Westport, 1975. p.305-402.
- VAKIS, N.J. Specific gravity, dry matter content and starch content of 50 potato cultivars grown under Cyprus conditions. *Potato Research*, Wageningen, v.21, p.171-181, 1978.
- VEILLEUX, R.E.; LAUER, F.I. Variation for $2n$ pollen production in clones of *Solanum phureja* Juz. and Buk. *Theoretical and Applied Genetics*, Vienna, v.59, p.95-100, 1981a.
- VEILLEUX, R.E.; LAUER, F.I. Breeding behavior of yield components and hollow heart in tetraploid-diploid vs. conventionally derived potato hybrids. *Euphytica*, Wageningen, v.30, n.3, p.547-561, 1981b.

- VEILLEUX, R.E.; McHALE, N.A.; LAUER, F.I. 2n gametes in diploid *Solanum*: Frequency and types of spindle abnormalities. *Canadian Journal Genetics Cytology, Ontario*, v.24, n.3, p.301-314, 1982.
- VEILLEUX, R.E.; BOOZE-DANIELS, J.; PEHU, E. Anther culture of a 2n pollen producing clone of *Solanum phureja* Juz. & Buk. *Canadian Journal Genetics Cytology, Ontario*, v.27, n.5, p.559-564, 1985.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Genética, 1992. p.496.
- WATANABE, K.; PELOQUIN, S.J.; ENDO, M. Genetic significance of mode of polyploidization: somatic doubling or 2n gametes. *Genome, Ottawa*, v.34, n.1, p.28-34, 1991.
- WERNER, J.E.; PELOQUIN, S.J. Frequency and mechanisms of 2n egg formation in haploid tuberosum - wild species F₁ hybrids. *American Potato Journal, Orono*, v.64, n.12, p.641-653, 1987.
- WERNER, J.E.; PELOQUIN, S.J. Potato haploid performance in 2x-4x crosses. *American Potato Journal, Orono*, v.68, n.12, p.801-811, 1991a.
- WERNER, J.E.; PELOQUIN, S.J. Significance of allelic diversity and 2n gametes for approaching maximum heterozygosity in 4x potatoes. *Euphytica, Wageningen*, v.58, n.1, p.21-29, 1991b.

YERK, G.L.; PELOQUIN, S.J. Comparison of 2n and non-2n pollen - producing haploid x wild species hybrids in potato. *Journal of Heredity*, Baltimore, v.80, p.468-471, 1989a.

YERK, G.L.; PELOQUIN, S.J. Evaluation of tuber traits of 10,2x (2 EBN), wild species through haploid x wild species hybrids. *American Potato Journal*, Orono, v.66, n.11, p.731-739, 1989b.

YERK, G.L.; PELOQUIN, S.J. Performance of haploid x wild species, 2x hybrids (involving five newly evaluated species) in 4x-4x families. *American Potato Journal*, Orono, v.67, n.7, p.405-417, 1990a.

YERK, G.L.; PELOQUIN, S.J. Selection of potato haploid parents for use in crosses with 2x (2 Endosperm Balance Number) wild species. *Crop Science*, Madison, v.30, n.4, p.943-946, 1990b.