

ANDRÉA LUIZA CUNHA

CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA E PRODUÇÃO DE PÓ-
LEN $2n$ DE HÍBRIDOS DE DIHAPLÓIDES DE **Solanum**
tuberosum x Solanum chacoense

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Genética e Melhoramentos de Plantas, para obtenção do grau de "MESTRE".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS

1992

CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA E PRODUÇÃO DE
PÓLEN $2n$ DE HÍBRIDOS DE DIHAPLÓIDES DE
Solanum tuberosum x *Solanum chacoense*

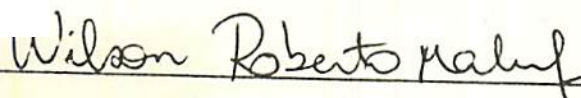
APROVADA:



César Augusto Brasil Pereira Pinto

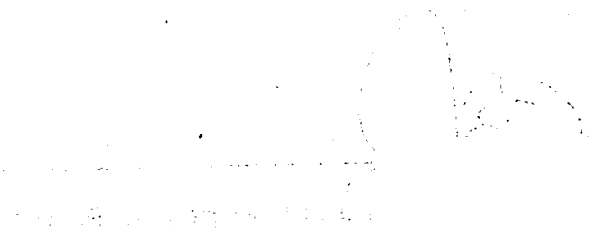


Profa. Lisete Chamma Davide



Prof. Wilson Roberto Maluf

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF CHEMISTRY
5800 S. UNIVERSITY AVENUE
CHICAGO, ILLINOIS 60637



CHICAGO, ILLINOIS
MAY 1964

JOHN D. COOPER
PH.D. THESIS

À Deus, nosso pai maior.

Aos meus pais, Laudelina e Antônio, que sempre souberam me ensinar o caminho do bem, tratando-me com muito amor e respeito.

Aos meus irmãos, Beatriz, Dalva, Marcia, Amauri, Marcio, Marino, Aristotelina e André (ambos, in memoriam).

À professora Vera Maria Valporto Oliveira dos Santos, pelo carinho e amizade inestimáveis.

Aos meus amigos-irmãos, Dayse e Joaquim.

DEDICO

ORAÇÃO POR ENTENDIMENTO

Senhor Jesus!

Auxilia-nos a compreender mais, a fim de que possamos servir melhor, já que, somente assim, as bênçãos que nos concedes podem fluir, através de nós, em nosso apoio e em favor de todos aqueles que nos compartilham a existência.

Induza-nos à prática do entendimento que nos fará observar os valores que, porventura, conquistamos, não na condição de propriedade nossa e sim por manancial de recursos que nos compete mobilizar no amparo de quantos ainda não obtiveram as vantagens que nos felicitam a vida.

E ajuda-nos, oh! Divino Mestre, a converter as oportunidades de tempo e trabalho com que nos honraste em serviço aos semelhantes, especialmente na doação de nós mesmos, naquilo que sejamos ou naquilo que possamos dispor, de maneira a sermos hoje melhores do que ontem, permanecendo em ti, tanto quanto permaneces em nós, agora e sempre.

Assim seja.

EMMANUEL
Francisco Cândido Xavier

AGRADECIMENTOS

À minha adorada mãe por estar sempre presente em minha vida com seu carinho, apoio, incentivo e dedicação, rodeando-me de cuidados e tornando o meu dia-a-dia mais alegre e doce com a sua amada presença.

À Escola Superior de Agricultura de Lavras, pela oportunidade concedida.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao pesquisador do CNPH/EMBRAPA, José Amauri Buso, pela doação das sementes híbridas utilizadas no trabalho.

Ao engenheiro agrônomo Adelson Francisco de Oliveira pela ajuda na instalação e condução do trabalho na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, situada na cidade de Maria da Fé.

Ao professor César Augusto Brasil Pereira Pinto pelos ensinamentos, orientação, paciência, apoio e amizade demonstrados durante todo o curso.

À professora Lisete Chamma Davide pela co-orientação, carinho e amizade inestimáveis.

Aos amigos Walter e Leticiane pelo apoio e ajuda na instalação e condução do experimento e análise das lâminas.

Ao Valdemir Antônio Laura pelo apoio, incentivo, confiança, paciência, pelo imenso amor compartilhado em todos os momentos e principalmente pelo crescimento espiritual conquistado com a nossa convivência.

Aos amigos-irmãos Dayse e Joaquim, que nunca mediram esforços para me ajudar, tendo sempre um sorriso e uma palavra de ânimo, incentivo e carinho.

Aos amigos do coração, Dayse, Fernando (Nando), Joaquim, Aparecida (Cida), Fernando Leão, Éder, Nair, Camilo, Renil, Gisele, Maristela e Roberta pelo carinho e oportunidade de poder conviver com todos.

Às amigas de república Gisele, Maristela e Roberta pelo clima de alegria, carinho, respeito e amizade que sempre reinou entre nós.

Aos amigos do curso de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Joaquim, Nair, Camilo, Renil, Fernando Leão, Éder, Walter, Ronan, Daniel, Gisele, Otoniel, Marcelo, Valéria e a todos os demais pelo apoio e amizade.

Às amigas Silvana, Kátia, Francisca, D. Geralda, D. Saidi e Cláudia pela consideração.

Aos funcionários do Departamento de Biologia e da Biblioteca da ESAL, pelo carinho, disponibilidade, atendimento e

correção das referências bibliográficas.

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

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1. Origem e base genética da batata cultivada	3
2.2. Métodos comumente utilizados para o melhoramento da batata	6
2.3. Métodos alternativos de melhoramento	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1. Material genético	20
3.2. Características avaliadas	22
3.2.1. Caracteres de florescimento	22
3.2.2. Caracteres agronômicos	24
3.3. Análises estatísticas	25
3.3.1. Características de florescimento	25
3.3.2. Caracteres agronômicos	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1. Características de florescimento	28

	Página
4.2. Caracteres agronômicos	46
5. CONCLUSÕES	59
6. RESUMO	60
7. SUMMARY	63
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Genealogia dos híbridos interespecíficos obtidos do cruzamento entre dihaplóides de <i>S. tuberosum</i> x <i>S. chacoense</i>	21
2	Esquema da análise conjunta da variância para caracteres de florescimento	27
3	Resumo das análises de variância conjunta para caracteres de florescimento de 53 clones híbridos de dihaplóides de <i>Solanum tuberosum</i> x <i>Solanum chacoense</i> avaliados em casa-de-vegetação no Departamento de Biologia, ESAL, Lavras-MG, no período de primavera de 1991 e outono de 1992 ..	29
4	Resumo da análise de variância para caracteres de florescimento de 78 clones híbridos de dihaplóides de <i>Solanum tuberosum</i> x <i>Solanum chacoense</i> avaliados em casa-de-vegetação no Departamento de Biologia, ESAL, Lavras-MG, no período de primavera de 1991	30

Tabela

Página

5	Médias do número de dias para florescimento, número de inflorescência por planta, número de flores por inflorescência, frequência de pólen 2n (%), viabilidade do pólen 2n (%), quantidade de pólen na antera e viabilidade de pólen n de 78 clones híbridos de dihaplóides de <i>Solanum tuberosum</i> x <i>Solanum chacoense</i> , avaliados em casa-de-vegetação no Departamento de Biologia, ESAL, Lavras-MG, no período de primavera de 1991 e outono de 1992	35
6	Resumo das análises de variância para caracteres agronômicos de 81 clones híbridos de dihaplóides de <i>Solanum tuberosum</i> x <i>Solanum chacoense</i> avaliados na Fazenda Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Maria da Fé-MG, 1991	47
7	Médias para produção de tubérculos (kg/ha), peso médio de tubérculos (g), número de tubérculos por planta e vigor vegetativo de 81 clones híbridos de dihaplóides de <i>Solanum tuberosum</i> x <i>Solanum chacoense</i> , avaliados na Fazenda Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Maria da Fé-MG, 1991	48
8	Aspecto geral dos tubérculos de 81 clones híbridos de dihaplóides de <i>Solanum tuberosum</i> x <i>Solanum chacoense</i> , avaliados na Fazenda Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Maria da Fé-MG, 1991	56

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Representação de um esquema alternativo de melhoramento visando a obtenção de progênies híbridas (4x) com heterozigose máxima. (FONTE: PELOQUIN, 1983)	8
2	Representação esquemática da combinação entre mutantes meióticos (ps) e sinápticos (sy) em quatro genótipos diferentes. (FONTE: IWANAGA, 1984)....	14
3	Representação esquemática comparando a meiose em células com orientação normal e paralela dos fusos durante a segunda divisão meiótica. (FONTE: PELOQUIN, 1981)	17
4	Distribuição de freqüência dos 78 clones (primavera) e 53 clones (outono) relativo ao número médio de dias para o florescimento. Departamento de Biologia, ESAL, Lavras-MG, 1991/92	31

Figura		Página
5	Distribuição de freqüência dos 78 clones (primavera) e 53 clones (outono) relativo ao número médio de inflorescência por planta. Departamento de Biologia, ESAL, Lavras-MG, 1991/92	32
6	Distribuição de freqüência dos 78 clones (primavera) e 53 clones (outono) relativo ao número médio de flores por inflorescência. Departamento de Biologia, ESAL, Lavras-MG, 1991/1992	33
7	Médias das temperaturas máximas e mínimas registradas nos ensaios de primavera e outono. Departamento de Biologia, ESAL, Lavras-MG, 1991/92 ...	37
8	Médias de freqüência de pólen 2n das famílias relativas aos 53 clones que floresceram nas duas épocas. Departamento de Biologia, ESAL, Lavras-MG, 1991/92	39
9	Distribuição de freqüência dos 53 clones que floresceram nas duas épocas relativo a produção média de pólen 2n. Departamento de Biologia, ESAL, Lavras-MG, 1991/92	40
10	Ensaio de outono (1992) evidenciando alta freqüência de pólen 2n	45
11	Amostras constituídas por pólen n, 2n e inviáveis.	45
12	Distribuição de freqüência dos 81 clones relativa a produção média de tubérculos (kg/ha). Maria da Fé-MG, 1991	50

Figura		Página
13	Distribuição de freqüência dos 81 clones relativa ao número médio de tubérculos por planta. Maria da Fé-MG, 1991	52
14	Distribuição de freqüência dos 81 clones relativa ao peso médio dos tubérculos (g). Maria da Fé-MG, 1991	53
15	Distribuição de freqüência dos 81 clones relativa ao vigor vegetativo médio das plantas. Maria da Fé-MG, 1991	54

1. INTRODUÇÃO

A batata cultivada (*Solanum tuberosum* L.) apresenta uma estreita base genética devido ao reduzido número de tubérculos introduzidos na Europa no século XVI, ao processo de seleção para fotoperíodo longo e também em função da epidemia de *Phytophthora infestans* ocorrida na Irlanda em 1840 (GOTISCHALK, 1984; LUNDEN, 1960 e MENDOZA, 1989).

Inúmeros trabalhos vêm sendo realizados visando não só a ampliação da base genética bem como a criação de novas combinações gênicas favoráveis. As batatas cultivadas diplóides ($2n=2x=24$) bem como outras espécies não cultivadas, produtoras de gametas não reduzidos (pólen $2n$) representam um valioso reservatório de diversidade genética a ser utilizado para ampliar a base genética da espécie tetraplóide ($2n=4x=48$) (IWANAGA & PELOQUIN, 1982). A batata constitui um dos melhores exemplos do uso de espécies selvagens no melhoramento. Em estudos de parentesco de 508 cultivares de 20 países europeus determinou-se que, cerca de 80% destas cultivares possuem espécies selvagens ou cultivares primitivas em sua genealogia. De modo semelhante um de cada três cultivares liberadas nos Estados Unidos tem espécies selvagens na sua história genealógica (IWANAGA & SCHMIEDICHE, 1989). O sucesso

de tal empreendimento é obtido face a utilização de cruzamentos interespecíficos entre dihaplóides ($2n=2x=24$) de *Solanum tuberosum* e as espécies diplóides afins ($2n=2x=24$). Desta forma, a poliploidização sexual (fusão de gametas $2n$) minimizaria os problemas da endogamia, promovendo uma elevada ordem de interações inter e intra-locos, o que resultaria na maximização da heterozigose e epistasia.

No Brasil o cultivo da batata é feito em grande parte através da importação de cultivares, cujo fato tem gerado problemas agronômicos, pois estas, geralmente não estão bem adaptadas às nossas regiões produtoras, ficando susceptíveis a várias doenças e apresentando queda na produtividade devido à diversidade ambiental, ao problema de viroses disseminadas por vetores (pulgões) e as altas exigências em fertilizantes. Em conjunto, essas limitações têm elevado demasiadamente os custos de produção.

A vantagem em se utilizar *S. chacoense* nos cruzamentos interespecíficos se deve ao fato desta ser portadora de genes de alto interesse econômico, dentre estes merece destaque a produção de pólen $2n$, o alto conteúdo de matéria seca, a resistência a insetos e doenças, além da tolerância a frio e seca (HAWKES, 1958).

O objetivo do trabalho foi avaliar agronomicamente os híbridos de dihaplóides de *S. tuberosum* x *S. chacoense* e verificar a produção e frequência de pólen $2n$, visando a seleção de híbridos heteróticos possuidores das melhores combinações gênicas para serem cruzados com materiais tetraplóides.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Origem e base genética da batata cultivada

A batata cultivada é um membro da família Solanaceae, pertencente, botanicamente, à seção Tuberarium do gênero *Solanum*. Esta seção constitui uma série poliplóide com mais de 160 espécies selvagens, cujo número básico de cromossomas é $x = 12$. Com base no número de complementos cromossômicos presentes nas suas células somáticas, a batata apresenta diferentes níveis de ploidia que abrangem desde o diplóide ($2n=2x=24$) até o hexaplóide ($2n=6x=72$).

A origem e evolução da batata cultivada, *Solanum tuberosum* ($2n=4x=48$), apesar de extensivamente estudadas, ainda não estão, definitivamente, esclarecidas. Duas hipóteses têm sido defendidas pelos estudiosos; a da alotetraploidia e a autotetraploidia. Na primeira a batata representaria uma espécie anfidiplóide, proveniente da hibridação entre duas ou mais espécies diferentes, seguida de duplicação espontânea dos cromossomas no híbrido diplóide. Na segunda hipótese, ela representaria uma espécie autotetraplóide polissômica, originada, provavelmente, da fusão de gametas não reduzidos ($2n$), provenientes de espécies

diplóides selvagens. Atualmente, as pesquisas citológicas disponíveis têm dado maior credibilidade à hipótese da autotetraploidia (GOTISCHALK, 1984; HAWKES, 1978 e LUNDEN, 1960).

O fato da batata apresentar pouca variabilidade genética, possuir herança tetrassômica e ser de reprodução assexuada tem dificultado a realização de trabalhos nas áreas de genética e de melhoramento. A estreita base genética da batata é explicada pelos processos de isolamento e erosão genética, aos quais a espécie foi submetida no século passado. Pelo menos três fatores estão envolvidos: primeiro sua domesticação se deu na América do Sul e sua introdução na Europa ocorreu em duas ocasiões, inicialmente pelos Espanhóis e depois pelos Ingleses, ambas no século XVI. Os documentos da época relatam que as viagens eram feitas a navio e que as batatas ficavam confinadas nos porões destes. Hoje, acredita-se que este fato tenha contribuído para a perda de um considerável número de tubérculos durante as viagens devido as longas distâncias e a facilidade dos tubérculos apodrecerem. Um segundo fato ocorreu quando as espécies de *S. tuberosum* chegaram no continente europeu, pois elas não tuberizavam sob as condições de dias longos encontradas no novo ambiente. Esta característica negativa promoveu a implantação de um sistema intenso de seleção, visando a tuberização em condições de dias longos. Finalmente, o terceiro fator ocorreu na Irlanda, na década de 1840, quando vastas áreas de plantio de batata foram quase que totalmente dizimadas pela doença conhecida, vulgarmente, como requeima (*Phytophthora infestans*). Este episódio produziu um tremendo impacto social e

histórico, cujas conseqüências refletiram diretamente no estreitamento da base genética da cultura (HAWKES, 1978; SIMMONDS, 1979 e UGENT, 1970).

Com base nestes fatores, o melhoramento da batata tem sido conduzido de modo diferente das espécies diplóides propagadas via semente. O fato dela ser autotetraplóide de propagação vegetativa facilita o melhoramento, por um lado, pois assegura a manutenção genotípica através das gerações, permitindo que qualquer indivíduo seja potencialmente capaz de originar uma nova cultivar. Por outro lado, a herança tetrassômica implica na necessidade de se cultivar milhares de "seedlings" a cada ano, isto porque as progênies resultantes apresentam uma ampla gama de variação, uma vez que o número de genótipos segregantes é bem maior que o da herança dissômica (BURNHAM, 1962; CHASE, 1964; DUNBIER & BINGHAM, 1975 e MARIS, 1990).

O vigor e a produção de tubérculos pela batata são caracteres geneticamente complexos, que necessitam de locos em heterozigose e de interações envolvendo mais de dois alelos para se expressarem ao máximo (BINGHAM, 1980; DUNBIER & BINGHAM, 1975 e MENDOZA & HAYNES, 1974). Com relação a produção de tubérculos, sabe-se que a combinação dos efeitos aditivos é menos importante que a dos efeitos não aditivos. Assim, para que se obtenha genótipos superiores faz-se necessário a identificação de combinações gênicas específicas (MENDOZA & HAYNES, 1974 e PLAISTED et alii, 1962).

2.2. Métodos comumente utilizados para o melhoramento da batata

Vários métodos têm sido propostos para o melhoramento da batata; como a seleção clonal, os retrocruzamentos, a seleção recorrente fenotípica e os cruzamentos interespecíficos.

A seleção clonal consiste na formação de uma população segregante a partir da qual são selecionados os clones desejáveis através das gerações. Este método requer a obtenção de um grande número de "seedlings" logo nas primeiras gerações em decorrência da recombinação gênica ocorrer apenas uma vez. A população segregante, na grande maioria das vezes, tem sido obtida através de cruzamentos biparentais (BOOCK, 1969 e HOWARD, 1970).

Com relação aos retrocruzamentos utilizados na bataticultura, estes são conduzidos de modo diferente das demais culturas. A diferença está na utilização de diferentes cultivares como progenitores recorrentes, com a finalidade de evitar a endogamia (HOOPES & PLAISTED, 1987 e MENDOZA & HAYNES, 1973).

Outro método empregado é a seleção recorrente fenotípica, a qual requer um sistema de re-seleção a cada geração. A população original é dividida em dois grupos, um é eliminado e o outro é polinizado por uma mistura de pólen de toda a população para se obter a geração seguinte (ALLARD, 1971).

2.3. Métodos alternativos de melhoramento

CHASE (1963) propôs um método de melhoramento analítico, pelo qual o tetraplóide seria convertido em diplóide (dihaplóide), sendo todo processo seletivo realizado neste nível de ploidia, com posterior restabelecimento da tetraploidia. No entanto, a duplicação somática dos cromossomas, como proposta por Chase, limitava o aproveitamento da heterozigose necessária para o vigor e produção.

Com a descoberta de que os dihaplóides se cruzam prontamente com outras espécies de *Solanum*, cultivadas ou não (HOUGAS & PELOQUIN, 1958) abriu-se a perspectiva de se utilizar este procedimento em programas de melhoramento. Assim, dihaplóides ($2n=2x=24$) de *S. tuberosum* seriam cruzados com espécies diplóides ($2n=2x=24$) produzindo híbridos também diplóides ($2n=2x=24$). Estes híbridos seriam posteriormente cruzados com *S. tuberosum* ($2n=4x=48$) gerando progênies tetraplóides (IWANAGA & SCHMIEDICHE, 1989). Para isso é necessário que o híbrido produza gametas não reduzidos (pólen $2n$) (Figura 1). Estes gametas $2n$, dependendo do modo de sua formação, passam cerca de 80% da heterozigose à descendência (HANNEMAN & PELOQUIN, 1981; MOK & PELOQUIN, 1975a; PELOQUIN, 1979; QUINN & PELOQUIN, 1973 e YERK & PELOQUIN, 1990a).

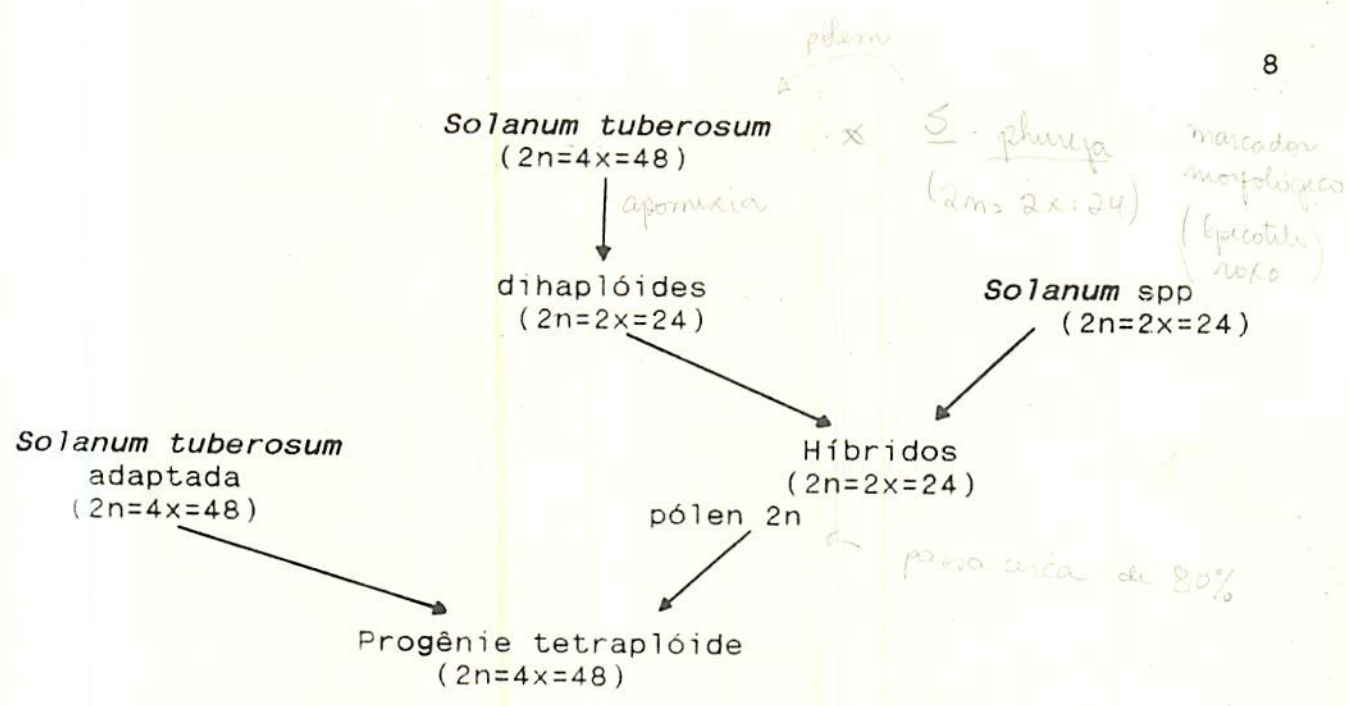


FIGURA 1 - Representação de um esquema alternativo de melhoramento visando a obtenção de progênies híbridas (4x) com heterozigose máxima. (FONTE: PELOQUIN, 1983).

A transmissão de grande quantidade de heterozigose do híbrido diplóide é extremamente significativa no melhoramento da batata, uma vez que tanto interações alélicas e gênicas são importantes para determinar a produção (MENDOZA & HAYNES, 1974) e a estabilidade da produção em diferentes ambientes (AMOROS & MENDOZA, 1979). Além do mais, alguns estudos sugerem que as interações envolvendo mais de dois alelos são fundamentais para o vigor e a produção de tubérculos. Assim, a maximização da heterozigose passa a desempenhar um papel relevante para a produtividade da batata (CHASE, 1963, 1964; DEN NIJS & PELOQUIN, 1977a,b; MENDIBURU & PELOQUIN, 1971, 1977a,b; McCOY, 1982 e WATANABE, PELOQUIN & ENDO, 1991).

A participação de dihaplóides dentro deste esquema alternativo de melhoramento, possibilita ainda a introgressão de genes de espécies selvagens em germoplasma de *S. tuberosum* (CAMADRO & PELOQUIN, 1980 e PELOQUIN et alii, 1989). As espécies selvagens são portadoras de genes de elevado valor econômico, como alto conteúdo de matéria seca, resistência a insetos, nematóides e doenças, além de tolerância a frio e seca (HAWKES, 1958).

No entanto, os cruzamentos interespecíficos muitas vezes são de difícil execução devido a falta de homologias intergenômicas, diferenças no nível de ploidia e organização estrutural dos cromossomas. O alto grau de esterilidade do híbrido bloqueando a introgressão gênica é o fator que mais contribui para manter as diferentes espécies em taxa distintos (RAŮ & RAŮ, 1984). Um exemplo de sucesso em cruzamentos interespecíficos é o caso de *Solanum demissum* ($2n=6x=72$), que apresenta resistência a *Phytophthora infestans* cruzada com *Solanum tuberosum* ($2n=4x=48$). Para facilitar o cruzamento utilizou-se *Solanum phureja* ($2n=2x=24$) como ponte, para obter melhor balanço dos cromossomas. O produto do cruzamento ($2n=4x=48$) depois foi cruzado com *S. tuberosum* (BOOCK, 1969).

Existem duas alternativas para fixar a heterozigose próxima do máximo. A poliploidização sexual (fusão de gametas $2n$) e a hibridação somática (fusão de protoplastos) a partir de indivíduos híbridos. Em batata a utilização de híbridos produtores de gametas $2n$ é o procedimento que tem sido mais empregado (MENDIBURU & PELOQUIN, 1971, 1977a,b).

Dois esquemas de poliploidização sexual têm sido propostos pelos melhoristas. O unilateral e o bilateral (MENDIBURU & PELOQUIN, 1971; 1977a,b). No primeiro, o dihaplóide ($2n=2x=24$) de *S. tuberosum* é cruzado com uma espécie diplóide (produtora de pólen n e $2n$) visando a obtenção de híbridos diplóides. Em seguida uma cultivar tetraplóide adaptada ($2n=4x=48$) é cruzada com estes híbridos ($2n=2x=24$) produtores de pólen $2n$. A progênie resultante do cruzamento é tetraplóide ($2n=4x=48$), altamente heterozigota e produtiva (DE JONG & TAI, 1977; PELOQUIN, 1983; TAI & DE JONG, 1980 e SALA, CAMADRO, SALABERRY & MENDIBURU, 1989). A obtenção do dihaplóide é conseguida através de cruzamentos interespecíficos utilizando indutores partenogênicos (HERMSEN & BERDENIUS, 1973; HOUGAS, PELOQUIN & GABERT, 1964; TAYLOR, 1978; YEH, PELOQUIN & HOUGAS, 1964 e YERK & PELOQUIN, 1990a) ou então através da cultura de anteras (JACOBSEN & SOPORY, 1978 e VEILLEUX, BOOZE-DANIELS & PEHU, 1985). A simples obtenção de dihaplóides não introduz novos alelos ou genes na população, daí a necessidade de combiná-los com uma nova fonte de germoplasma, que é representada pelos diplóides selvagens (MARIS, 1990). No segundo esquema de poliploidização ($2x-2x$), gametas $2n$ provenientes de ambos os parentais híbridos ($2n=2x=24$) são combinados originando progênie tetraplóide ($2n=4x=48$) com heterozigose máxima (HERMUNDSTAD & PELOQUIN, 1985b; MENDIBURU & PELOQUIN, 1977b e PELOQUIN, 1983).

Os híbridos ($2n=4x=48$) produzidos via poliploidização sexual são utilizados como "ferramenta" para ampliar a diversidade alélica e melhorar a qualidade da batata cultivada ($2n=4x=48$). Com isso novas cultivares mais produtivas, tolerantes ao stress (resultante da homeostase conferida pelo aumento no número de alelos de um loco) e resistentes aos fatores bióticos e abióticos vêm sendo obtidas (DARMO & PELOQUIN, 1991; HAYNES, 1990; HERRIOTT, HAYNES & SHOEMAKER, 1986; MARIS, 1990; McHALE & LAUER, 1981; MENDOZA & HAYNES, 1974; QUINN & PELOQUIN, 1973; VEILLEUX & LAUER, 1981a e YERK & PELOQUIN, 1989b; 1990a).

A progênie tetraplóide é influenciada pela escolha dos progenitores (BOOCK, 1969; NEELE, 1990 e ORTIZ, IWANAGA & MENDOZA, 1988) e pela direção da hibridização ($4x - 2x$ vs. $2x - 4x$), por causa do modo de formação dos gametas $2n$ (KIDANE-MARIAM & PELOQUIN, 1974 e WERNER & PELOQUIN, 1991) e devido aos problemas de macho esterilidade citoplasmática (HERMUNDSTAD & PELOQUIN, 1985a,b; HENNEMAN & PELOQUIN, 1981 e LEUE & PELOQUIN, 1980). Algumas espécies diplóides apresentam genes dominantes que interagem com o citoplasma de *Solanum tuberosum* produzindo híbridos macho-estéreis. HERMUNDSTAD & PELOQUIN (1985a) utilizaram *Solanum chacoense* como parental masculino nos cruzamentos com dihaplóides de *S. tuberosum*, isto porque *S. chacoense* não apresenta os genes causadores da macho esterilidade. O resultado do cruzamento foi a obtenção de híbridos férteis e vigorosos.

YERK & PELOQUIN (1990a) descobriram que as famílias $4x-4x$ são melhores, em termos de produtividade, do que as $4x-2x$ se a

porcentagem de germoplasma não adaptada é alta. Isto equivale a dizer que, os benefícios da heterozigose máxima tornam-se nulos, se não é realizado um processo de seleção do germoplasma durante a escolha dos progenitores. Outros fatores que parecem afetar a progênie tetraplóide são o ambiente e a interação genótipos x ambientes (DE JONG et alii, 1981; MacKENZIE, MILLS & WATTS, 1976; McHALE, 1983 e ORTIZ & PELOQUIN, 1991).

Outro método empregado pelos melhoristas visando a produção de progênies mais vigorosas e produtivas é a utilização da colchicina. Este potente alcalóide é capaz de duplicar todo o genoma celular, ou seja, tanto as interações favoráveis quanto as desfavoráveis. O inconveniente no método é a diminuição no vigor provocada pela homozigose (ROWE, 1967a; WATANABE, PELOQUIN & ENDO, 1991). No entanto, a colchicina é de grande valor nos estudos dos efeitos de dosagem gênica (HOUGAS & PELOQUIN, 1958).

Três mecanismos meióticos explicam a produção de pólen $2n$: o mecanismo de fusos paralelos (ps), a citocinese prematura - 1 (pc-1) e a citocinese prematura - 2 (pc-2). Os três mecanismos são controlados por diferentes mutações gênicas recessivas e não alélicas (MOK & PELOQUIN, 1975b). Estes mutantes meióticos apresentam expressividade variável e penetrância incompleta (McCOY, 1982; McHALE, 1983 e WERNER & PELOQUIN, 1987, 1990). Isto equivale a dizer que a frequência de gametas n e $2n$, em uma mesma planta, é variável (WATANABE & PELOQUIN, 1991 e YERK & PELOQUIN, 1989b). A variação na frequência de pólen $2n$ encontrada por VEILLEUX & LAUER (1981b) em genótipos de *Solanum phureja*, quando submetidas a

diferentes temperaturas sugere uma hipótese baseada na dominância ao invés da teoria correntemente aceita do controle de fusos paralelos via alelos recessivos. Sabe-se que a variação na frequência de pólen n e $2n$ é muito grande, podendo esta ocorrer entre os lóculos de uma antera, anteras de uma mesma flor, flores de uma mesma planta, plantas de um mesmo clone e clones de uma mesma família (VORSA & BINGHAM, 1979).

HAYNES, HAYNES & SWALLOW (1987) constataram diferenças no florescimento e produção de pólen n , $2n$ e inviável em nove clones provenientes de uma população híbrida tolerante ao calor. O experimento foi conduzido sob condições de laboratório com três regimes de temperatura ($18/22^{\circ}\text{C}$, $22/26^{\circ}\text{C}$ e $26/30^{\circ}\text{C}$). O florescimento foi irregular em sete clones entre $18/22^{\circ}\text{C}$ e $22/26^{\circ}\text{C}$, ao passo que nenhum florescimento foi observado a $26/30^{\circ}\text{C}$. A porcentagem de pólen $2n$ foi estatisticamente maior em $22/26^{\circ}\text{C}$ do que a $18/22^{\circ}\text{C}$.

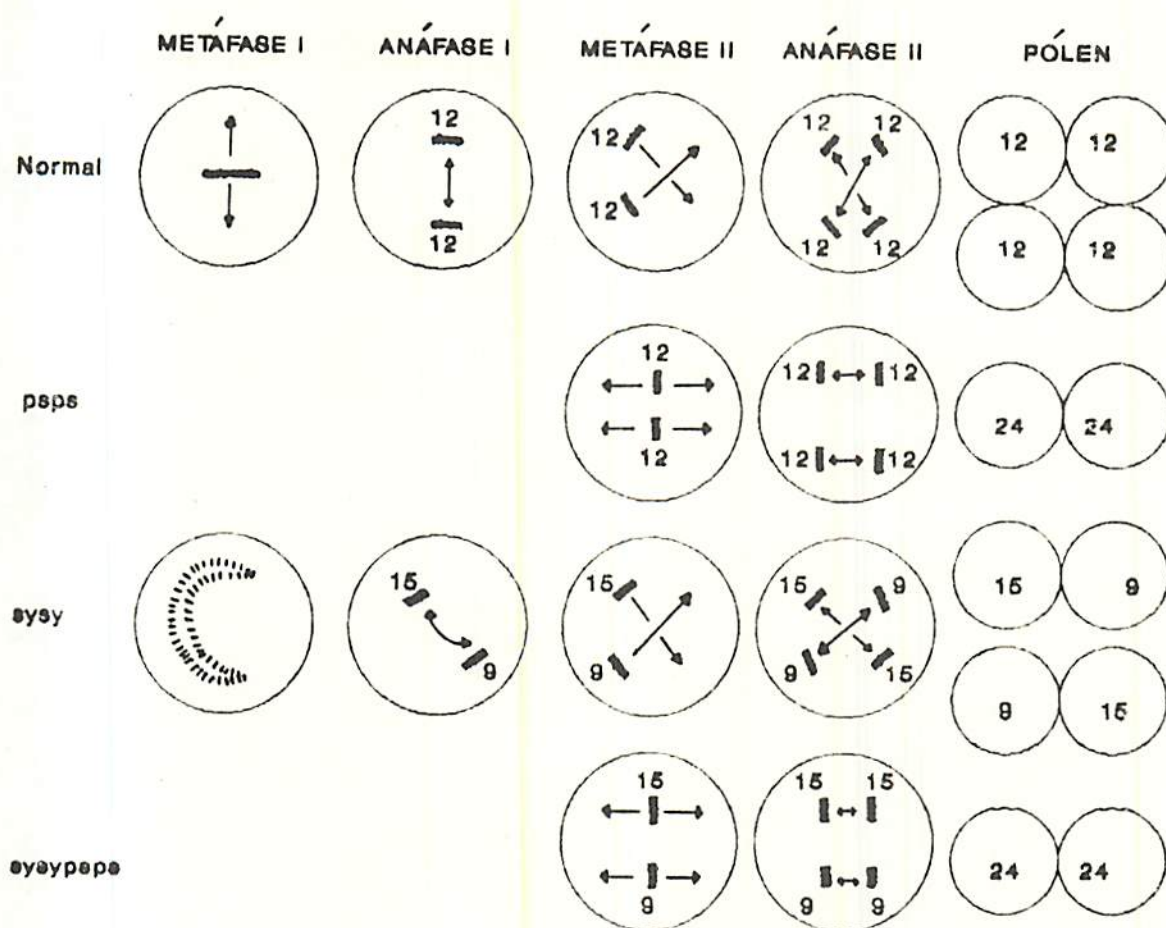


FIGURA 2 - Representação esquemática da combinação entre mutantes meióticos (ps) e sinápticos (sy^1) em quatro genótipos diferentes. (FONTE: IWANAGA, 1984).

Um outro recurso empregado pelos melhoristas é a utilização e subsequente combinação entre mutantes meióticos e sinápticos (IWANAGA & PELOQUIN, 1979; IWANAGA, 1984; JOHNSTON et alii, 1986 e OKWUAGWU & PELOQUIN, 1981). Os termos, assinápse e dessinápse são utilizados para descrever falhas no pareamento

durante a prófase meiótica. Os genes mutantes que influenciam no início do pareamento dos cromossomas são denominados de assinápticos. Os que alteram a manutenção do pareamento entre cromossomas são considerados como dessinápticos. Esta distinção, embora importante, é frequentemente dificultada na prática, já que os estágios iniciais da prófase são, muitas vezes, indistintos em muitas espécies. Por isso, o termo dessinápse foi proposto para descrever as atividades dos genes que afetam, em qualquer fase, a extensão do pareamento meiótico. As anormalidades meióticas ocasionadas pelos mutantes sinápticos durante a microsporogênese incluem: sinápse pobre no paquíteno, alta frequência de univalentes na diacinese, fusos alongados e curvados com os univalentes dispersos na metáfase I e anáfase I, distribuição anormal dos cromossomas na anáfase I e produção de pólen estéril devido ao complemento cromossômico não balanceado. Contudo, quando o mutante sináptico (sy^4) é combinado com o mutante meiótico fusos paralelos (ps), são produzidos pólen $2n$ férteis. Se o mutante sináptico é considerado completamente assináptico, ou seja, falta pareamento e não ocorre permuta genética, cerca de 100% da heterozigose e epistasia do parental é transmitida a progênie (4x). Com isso, progênies mais produtivas são conseguidas (Figura 2), (IWANAGA, 1984 e IWANAGA & PELOQUIN, 1979).

O mecanismo de produção de pólen $2n$ via fusos paralelos (ps) difere de uma microsporogênese normal por apresentar os fusos na Anáfase II dispostos de forma paralela, o que leva à formação de díades, ao invés de tétrades. As cromátides irmãs de cada

cromossoma se dirigem para os polos opostos da célula, como na mitose, originando dois micrósporos não reduzidos ($2n$) e idênticos à célula parental. Com relação à microsporogênese normal, sabe-se que a disposição dos fusos na Anáfase II forma um ângulo de aproximadamente 60 graus, resultando na formação de quatro micrósporos reduzidos (n), (Figura 3).

O importante no mecanismo de fusos paralelos (ps) é que esta pequena variação citológica nos fusos durante a Anáfase II é capaz de restituir a primeira divisão meiótica (FDR). A implicação prática deste fato, consiste na preservação de aproximadamente 80% das combinações favoráveis de alelos e/ou locos (heterozigose e epistasia) do parental nos gametas FDR (MOK & PELOQUIN, 1975a,b).

Com relação a citocinese prematura - 1 (pc-1) e a citocinese prematura - 2 (pc-2), as cromátides irmãs de cada cromossoma se separam mas não migram para os polos opostos da célula. Ambas as citocineses são caracterizadas pela ocorrência da citocinese após a primeira divisão meiótica e pela sua omissão na segunda divisão, sendo que a pc-1 é detectada após a telófase I, enquanto que a pc-2 é após a prófase II. No final, dois micrósporos não reduzidos ($2n$) são formados e estes são geneticamente equivalentes à restituição da segunda divisão meiótica (SDR). Cerca de 40-45% da heterozigose presentes no parental são transmitidas às progênes através do mecanismo SDR (MOK & PELOQUIN, 1975a e RAMANNA, 1974, 1979, 1983) e por esta razão clones possuidores do mecanismo FDR têm sido preferidos para gerar progênes tetraplóides em cruzamentos com *Solanum tuberosum*.

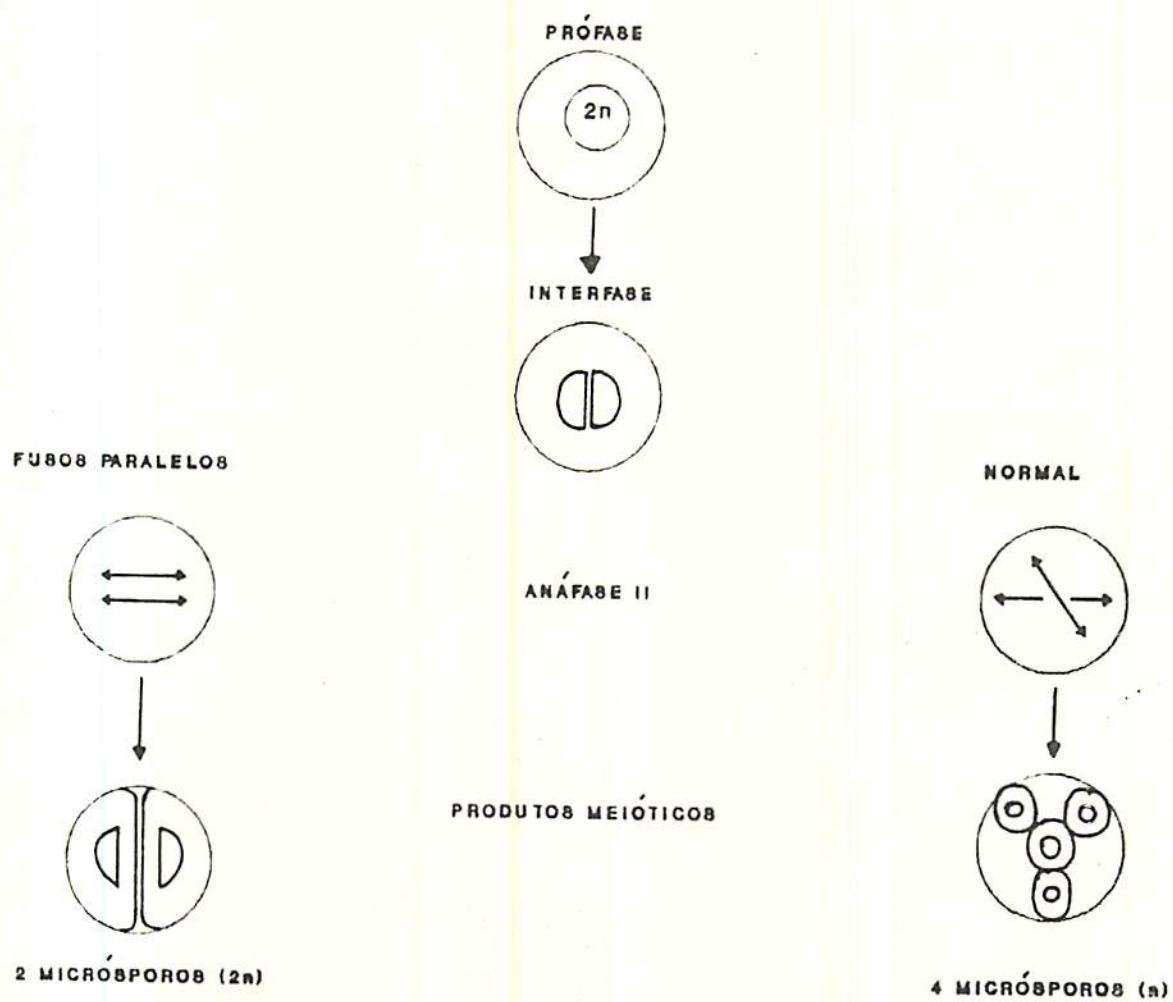


FIGURA 3 - Representação esquemática comparando a meiose em células com orientação normal e paralela dos fusos durante a segunda divisão meiótica. (FONTE: PELOQUIN, 1981).

Finalmente a outra alternativa utilizada pelos melhoristas é a hibridização somática (fusão de protoplastos). Através desta técnica espécies consideradas sexualmente incompatíveis podem se recombinar originando novas combinações gênicas em híbridos somáticos, os quais passam a constituir uma alternativa adicional para os esquemas de introgressão gênica (KARP, NELSON, THOMAS & BRIGHT, 1982 e RAMULU, DIJKHUIS & ROEST, 1983, 1984).

A utilização dos métodos alternativos de melhoramento, explicados acima, requer a produção de clones dihaplóides de *S. tuberosum* como uma forma de capturar a variabilidade genética das demais espécies do gênero *Solanum* seguida de seleção de híbridos heteróticos produtores de pólen $2n$, a qual constitui o passo crucial para a introgressão de genes desejáveis na espécie cultivada.

O tamanho do grão de pólen tem sido utilizado inclusive como um indicador do nível de ploidia do gameta (BAMBERG & HANNEMAN, 1991; ORJEDA, FREYRE & IWANAGA, 1990; QUINN, MOK & PELOQUIN, 1974 e YERK & PELOQUIN, 1990b). Através da mensuração do diâmetro do grão de pólen e a aplicação do método de separação entre diferentes níveis de ploidia baseado na velocidade de centrifugação, sugerido por SIMON & SANFORD (1990), os atuais programas de melhoramento podem se tornar mais eficientes. Segundo YERK & PELOQUIN (1989a) os híbridos diplóides ($2n=2x=24$) produtores de pólen $2n$ são muito mais vigorosos e apresentam florescimento mais abundante do que os que não produzem pólen $2n$. Com relação a

número de tubérculos, aparência e porcentagem de tuberização não foram encontradas diferenças significativas entre os dois grupos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material genético

Foram avaliados 81 clones híbridos obtidos do cruzamento entre dihaplóides ($2n=2x=24$) de *Solanum tuberosum* x *Solanum chacoense* ($2n=2x=24$), provenientes do programa de melhoramento da Universidade de Wisconsin (E.U.A.). A genealogia dos híbridos está relacionada na Tabela 1.

As sementes verdadeiras foram tratadas com giberelina a 1500 ppm por 24 horas, secas à sombra e semeadas em bandejas de isopor após uma semana. Aproximadamente, 30 dias após a semeadura, as plantas foram transplantadas para vasos plásticos, visando a produção de tubérculos. Os tubérculos foram colhidos cerca de 95 dias após o transplante e armazenados em câmara fria a 4°C por um período de 90 dias. Para acelerar a brotação dos tubérculos foi utilizado ácido giberélico (ACTIVOL) a 10 ppm por cerca de 15 minutos. Para a multiplicação dos tubérculos realizou-se um plantio em pequenos sacos plásticos (11 x 18 cm), sendo as plantas transplantadas para o campo quando alcançaram cerca de 15 cm de altura.

TABELA 1 - Genealogia dos híbridos interespecíficos obtidos do cruzamento entre dihaplóides de *S. tuberosum* x *S. chacoense*

Família nº	Nº clones	Dihaplóide x <i>S. chacoense</i>	Nº U.W.
2	2	H551 19.29.19	P328
4	3	H551 B1	P319
5	1	W730 20.10.64	P291
6	2	H551 Chc 26	P344
8	6	H551 Chc 27	P345
9	4	H551 A1	P346
10	2	W973 20.9.52	P307
13	7	H551 20.9.52	P331
15	13	H551 19.5.50	P322
17	4	W973 20.10.65	P308
18	9	H551 29.9.47	P330
21	-	W730 A8	P271
22	-	W730 20.12.79	P292
23	-	H551 20.16.54	P335
24	4	H551 19.12.50	P325
25	2	W730 B4	P275
26	7	W973 19.5.50	P302
27	8	H551 20.10.65	P332
28	-	W730 20.9.52	P290
29	-	W973 19.19.31	P303
34.1A	-	W973 20.17.70	P310
35.2B	-	H551 A9	P318

(-) Foi considerada a família como um todo, não sendo feita a distinção entre os clones.

3.2. Características avaliadas

Foram feitas avaliações de características de florescimento e caracteres agronômicos em ensaios distintos.

3.2.1. Caracteres de florescimento

Dois ensaios foram conduzidos no Departamento de Biologia da Escola Superior de Agricultura de Lavras (DBI-ESAL), situada a 910 metros de altitude, 21° 14'S de latitude e 45° 00'W de longitude. Os clones foram plantados em vasos plásticos (capacidade de 3,0 kg) contendo substrato organo-vegetal para mudas (Plantimax Hortaliças). Os ensaios foram conduzidos sob condições de telado entre outubro a dezembro de 1991 (primavera) e entre março a maio de 1992 (outono). O delineamento experimental adotado foi blocos casualizados com três repetições, sendo cada parcela constituída por uma planta. As seguintes características foram avaliadas:

A. Início do florescimento

Número de dias entre a emergência até a abertura da primeira flor.

B. Número de inflorescências/planta e de flores/inflorescência

Foram feitas duas contagens: a primeira 5 dias após a abertura da primeira flor e a segunda aos 7 dias depois de efetuada

a primeira contagem.

C. Abundância de pólen

Adotou-se um critério de notas onde:

- 1 - Quantidade muito reduzida de pólen
- 2 - Pouco pólen
- 3 - Quantidade regular de pólen
- 4 - Abundância de pólen

D. Viabilidade e freqüência de pólen 2n

Para avaliação destas características as anteras foram coletadas 3 dias após a abertura da flor e armazenadas em álcool 70% por 24 horas. Os grãos de pólen foram retirados das anteras com o auxílio de um estilete e depositados sobre a superfície de uma lâmina, contendo carmim acético 2% e uma gota de água glicerinada. A viabilidade e a freqüência de pólen 2n (graudos) foram determinadas pelo tamanho através de amostras constituídas de aproximadamente 200 grãos de pólen, observados a uma magnitude de 200X de acordo com as fórmulas:

$$\text{viabilidade} = \frac{\text{nº de grãos de pólen 2n corados}}{\text{nº de grãos de pólen 2n corados e não corados}}$$

$$\text{freqüência} = \frac{\text{nº de grãos de pólen 2n corados}}{\text{nº total de grãos de pólen corados}}$$

Em cada lâmina avaliada, cerca de 20 grãos de pólen n e 20 grãos de pólen 2n foram mensurados com o auxílio da ocular OSM 0,5 a uma magnitude de 400X. As lâminas foram fotomicrografadas em microscópio Carl Zeiss, utilizando filmes Panatomic X da Kodak, 32 ASA, em preto e branco e Ektacrome da Kodak, 64 ASA, colorido.

3.2.2. Caracteres agronômicos

O ensaio foi conduzido na Estação Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), sob condições de solo de encosta do tipo Silico-Argiloso, localizada em Maria da Fé, situada a 1276 metros de altitude, 22°18'S de latitude e 45°23'W de longitude. A instalação do ensaio ocorreu no período das águas, em outubro de 1991. O delineamento experimental foi um látice triplo 9 x 9. As parcelas foram constituídas por 5 plantas espaçadas de 0,35 m e o espaçamento entre linhas foi 0,80 m. A adubação de plantio foi feita com a fórmula 4-14-8 (N-P₂O₅-K₂O) na base de 2,0 t/ha. No sulco de plantio foi utilizado o inseticida de solo Granutox na dosagem de 55 kg/ha. Aos 30 dias após o plantio foi realizada uma adubação de cobertura com 300 kg/ha de sulfato de amônio. Foram realizadas quatro pulverizações na cultura, sendo os produtos aplicados Dithane PM 300 g/100 l, Decis - 40 ml/100 l e Rovral - 150 g/100 l; a capina e a irrigação foram empregadas de acordo com a necessidade. Os seguintes caracteres agronômicos

foram avaliados:

- A - Número de plantas por parcela
- B - Vigor vegetativo da planta, avaliado durante o florescimento adotando-se notas de 1,0 a 5,0 (1,0 = pouco vigorosa ... 5,0 = muito vigorosa)
- C - Produção de tubérculos (kg/ha)
- D - Número de tubérculos pequenos, médios e graúdos
- E - Peso médio dos tubérculos
- F - Formato dos tubérculos
- G - Cor e aspereza da película, profundidade dos olhos e cor da polpa.

3.3. Análises estatísticas

Análises de variância distintas foram efetuadas para os dois ensaios.

3.3.1. Características de florescimento

Para cada característica estudada foi realizada uma análise de variância, de acordo com o seguinte modelo matemático:

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

onde:

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

m = média geral do caráter;

c_i = efeito do clone i ; $i = 1, 2, 3, \dots, 81$;

b_j = efeito do bloco j ; $j = 1, 2, 3$;

$e_{(ij)}$ = efeito do erro experimental, associado à observação Y_{ij} .

Posteriormente, foi efetuada a análise conjunta da variância para todas as características estudadas e para os 53 clones que floresceram nas duas épocas, com base no seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} = m + c_i + b_{j(k)} + a_k + (ca)_{ik} + e_{(ijk)}$$

onde:

Y_{ijk} = observação do clone i na época k , no bloco j ;

m = média geral dos ensaios;

c_i = efeito do clone i ; $i = 1, 2, 3, \dots, 53$;

$b_{j(k)}$ = efeito do bloco j ; $j = 1, 2, 3$; dentro da época k ;

a_k = efeito da época k ; $k = 1, 2$;

$(ca)_{ik}$ = efeito da interação do clone i com a época k ;

$e_{(ijk)}$ = efeito do erro experimental, associado à observação Y_{ijk} .

Os dados das seguintes características estudadas, por apresentarem não aditividade, foram transformados em $(\sqrt{x}) \times 100$ para nº de inflorescência/planta; $(\text{Arc Sen } ((\sqrt{x}/100) + 0,005)) \times 100$ para nº de flores/inflorescência; $(\log(x + 10)) \times 100$ para frequência de pólen $2n$ e viabilidade do pólen (n e $2n$) e $\text{Arc Sen } ((\sqrt{x}/100) + 0,5)) \times 100$ para quantidade de pólen nas anteras.

O esquema da análise conjunta da variância é apresentado na Tabela 2.

TABELA 2 - Esquema da análise conjunta da variância para caracteres de florescimento.

F.V.	G.L.	Q.M.	F
Repetições/Época	$k(j-1)$		
Épocas (A)	$k-1$	Q_A	
Clones (C)	$i-1$	Q_C	$Q_C/Q_C A$
Interação (Cx A)	$(k-1)(i-1)$	Q_{CA}	Q_{CA}/Q_e
Erro médio	$k(j-1)(i-1)$	Q_e	

Q_e = Quadrado médio do erro da análise conjunta.

3.3.2. Caracteres agronômicos

Foi realizada uma análise de variância, em separado, para cada uma das características avaliadas. O modelo matemático adotado foi o de blocos casualizados por causa da não eficiência do látice.

Todas as características estudadas, exceto o vigor das plantas, por apresentarem não aditividade foram transformados para $\log(x+2)$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características de florescimento

As características número de dias para florescimento, número de inflorescências/planta e número de flores/inflorescência apresentaram grande variação entre as famílias e clones dentro das famílias (Tabelas 3 e 4).

O florescimento dos clones dihaplóides de modo geral ocorreu de forma abundante, tanto no primeiro ensaio (primavera - 1991) quanto no segundo (outono - 1992). Observamos que 25 clones do ensaio de primavera deixaram de florescer no outono (Tabela 5). As diferenças encontradas quando se comparam os ensaios, provavelmente foram devido as condições microclimáticas, temperaturas mais amenas e principalmente fotoperíodo curto, verificadas na casa-de-vegetação durante a condução do segundo ensaio. Em ambos os ensaios, acima de 66% dos clones levaram em torno de 24 dias para a abertura das flores, apresentando entre 2 a 6 inflorescências/planta e entre 6 a 14 flores/inflorescência (Figuras 4, 5 e 6).

TABELA 3 - Resumo das análises de variância conjunta para caracteres de florescimento de 53 clones híbridos de dinaplóides de *Solanum tuberosum* x *Solanum chacoense* avaliados em casa-de-vegetação no Departamento de Biologia, ESAL, Lavras-MG, no período de primavera de 1991 e outono de 1992.

Fontes de Variação	GL	QM						
		Número de dias/florescimento	Número de inflorescência/planta x 10 ⁻⁴	Número de flores/inflorescência x 10 ⁻⁴	Frequência de pólen 2n x 10 ⁻⁴	Viabilidade do pólen 2n x 10 ⁻⁴	Quantidade de pólen na antera x 10 ⁻⁴	Viabilidade de pólen n x 10 ⁻⁴
Repetições/Épocas	4	36,881	232,819	18,811	45,160	1,897	0,441	0,307
Épocas	1	29,588	8612,146*	3429,363**	10015,796**	50,988**	0,709	6,189**
Clones	52	35,190**	17893,218**	142,901**	816,291**	4,753**	3,732**	4,801**
Clones/Época 1 (52)		35,924**	22412,375**	74,875**	406,190**	5,888**	2,138**	3,038**
Entre fam/Época 1	17	36,756**	23443,421**	60,665**	645,560**	5,417**	3,902**	5,761**
Clones fam/Época 1 (35)		37,008**	21911,556**	81,773**	289,923**	6,117**	1,282**	1,715**
Clones/fam 2	1	6,000	5748,158*	2,477	82,740	23,689**	0,167	0,001
	4	48,172*	359,028	302,739**	508,006*	6,409	1,506	0,862
	8	11,669	33687,140**	18,001	11,208	6,253*	0,223	1,442*
	9	0,111	44528,476**	155,488**	1588,162**	13,305**	0,446	1,824*
	10	28,162	43022,690**	86,572	1504,008**	16,603**	0,667	1,444
	13	5,433	32781,871**	75,287*	45,118	3,397	1,571*	3,219**
	15	39,516**	19807,189**	118,467**	113,606	2,609	2,865**	2,353**
	17	1,444	11511,809**	55,898	1022,917**	2,155	1,002	3,121**
	18	30,666**	4072,193*	94,823**	155,819	7,005*	2,108**	0,642
	25	4,163	125754,461**	118,305*	3,488	2,857	0,669	0,084
	26	11,792	1077,764	35,487	179,841	7,067**	0,089	0,237
	27	172,671**	21855,755**	45,760	73,774	4,909	0,769	2,581**
Clones/Época 2 (52)		20,713**	9175,779**	118,804**	820,794**	3,997**	2,477**	2,706**
Entre fam/Época 2	17	36,842**	9054,671**	132,086**	1030,489**	3,450*	3,494**	3,885**
Clones fam/Época 2 (35)		12,880*	9234,608**	112,353**	718,939**	4,262**	1,984**	2,133**
Clones/fam 2	1	37,500*	11229,863**	105,588*	126,767	8,032	0,669	1,164
	4	16,663	13271,490**	165,281*	940,728**	2,539	0,000	0,522
	8	27,552*	1036,950	38,859	19,386	4,367	0,558	0,972
	9	18,775	12521,101**	254,871**	1102,747**	2,501	2,115*	2,121*
	10	4,163	8,568	4,350	297,523	0,290	1,503	0,429
	13	4,099	11403,075**	102,966**	453,096**	3,256	1,772**	2,045**
	15	3,405	7491,462**	85,203*	1148,558**	3,291	2,842**	4,035**
	17	2,112	5135,012*	306,132**	165,278	5,710	4,124**	2,147**
	18	16,236	14454,885**	83,185**	1871,082**	5,145*	1,070	2,869**
	25	0,167	1057,513	34,574	0,044	0,073	1,506	1,641
	26	24,189*	7365,809**	145,018**	466,922**	5,881*	1,740**	0,454
	27	10,435	16629,912**	79,452*	383,065**	5,669*	2,910**	2,321**
Clones x Épocas	52	22,447**	13694,936**	50,779**	410,693**	5,131**	0,883**	0,943**
Erro médio	208	8,739	1464,690	24,958	108,104	2,117	0,490	0,462
CV (%)		11,31	18,94	14,72	9,23	1,43	0,86	0,66

* Notas de 1 a 4

*, ** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

TABELA 4 - Resumo das análises de variância para caracteres de florescimento de 78 clones híbridos de dihaplóides de *Solanum tuberosum* x *Solanum chacoense* avaliados em casa-de-vegetação no Departamento de Biologia, ESAL, Lavras-MG, no período de primavera de 1991.

Fontes de Variação	GL	QM							
		Número de dias/florescimento	Número de inflorescência/planta x 10 ⁻⁴	Número de flores/inflorescência x 10 ⁻⁴	Frequência de pólen 2n 10 ⁻⁴	Viabilidade do pólen 2n x 10 ⁻⁴	Quantidade de pólen na antera x 10 ⁻⁴	Viabilidade de pólen n x 10 ⁻⁴	
Repetições	2	86,799	368,252	4,026	35,685	2,567	0,929	0,233	
Clones	(77)	33,492**	19438,915**	104,450**	436,335**	5,459**	2,415**	2,883**	
Entre/famílias	20	35,228**	24684,240**	109,983**	608,100**	4,962**	4,497**	5,727**	
Clones/família 2	1	6,000	5748,158*	1,977	82,740	23,404**	0,167	0,001	
	4	1	48,172*	359,028	303,739**	508,006*	4,552	1,506	0,862
	6	1	6,000	51264,266**	1224,976**	2,032	2,857	1,506	1,199*
	8	5	10,889	28735,779**	39,253	13,849	6,127*	0,357	1,085**
	9	3	1,638	42376,906**	104,505*	1164,916**	9,678**	0,529	1,699**
	10	1	28,162	43022,690**	86,572	1504,008**	16,603**	0,667	1,444**
	13	6	4,761	25072,889**	60,812*	84,065	6,854**	3,198**	3,165**
	15	12	29,862**	17220,594**	107,592**	81,039	2,695	2,263**	1,673**
	17	3	8,224	3171,720**	82,211*	726,566**	1,616	1,002	2,216**
	18	7	47,978**	3349,302*	57,299*	1497,373**	7,390**	3,248**	3,460**
	24	3	14,886	142,975	48,788	108,061	6,990*	0,753	0,576
	25	1	4,163	125754,461**	119,805*	3,488	2,857	0,669	0,084
	26	6	15,415	948,619	50,280	154,941	6,207**	0,096	1,277**
	27	7	119,694**	13712,577**	120,628**	54,213	3,274	1,887**	1,998**
Erro	154	9,405	1414,775	27,935	80,490	2,177	0,457	0,310	
CV (%)		11,81	20,57	14,73	8,43	1,46	0,83	0,54	

+ Notas de 1 a 4

*. ** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

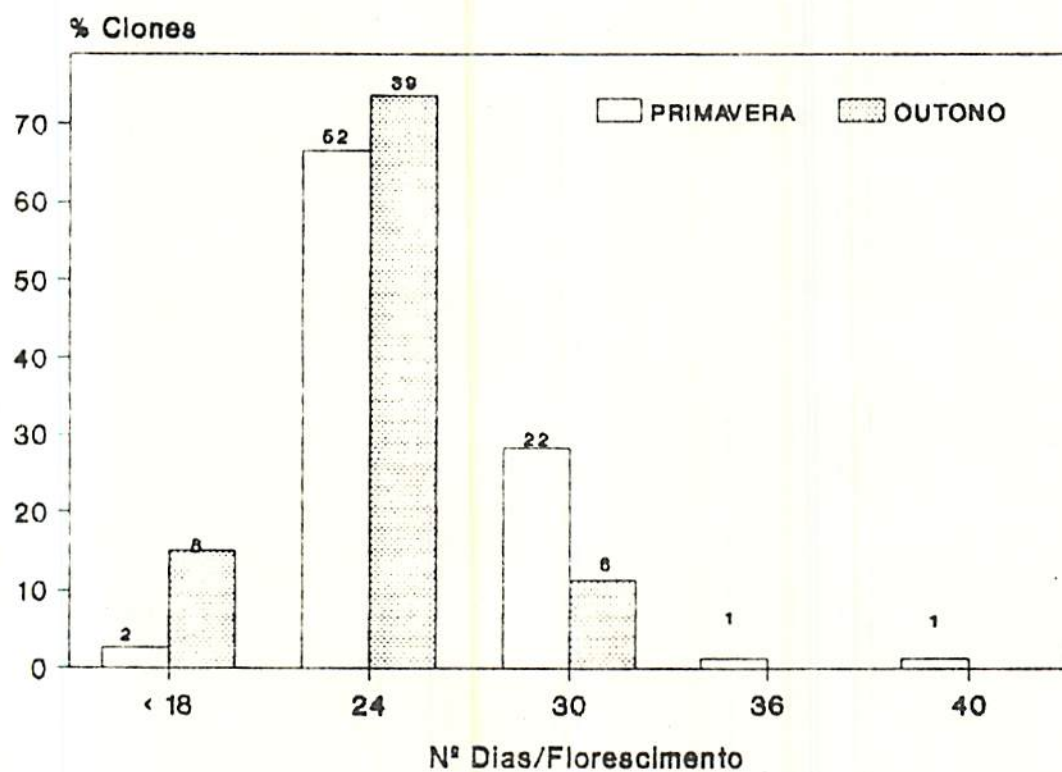


FIGURA 4 - Distribuição de freqüência dos 78 clones (primavera) e 53 clones (outono) relativo ao número médio de dias para o florescimento. Departamento de Biologia - ESAL, Lavras-MG, 1991/92.

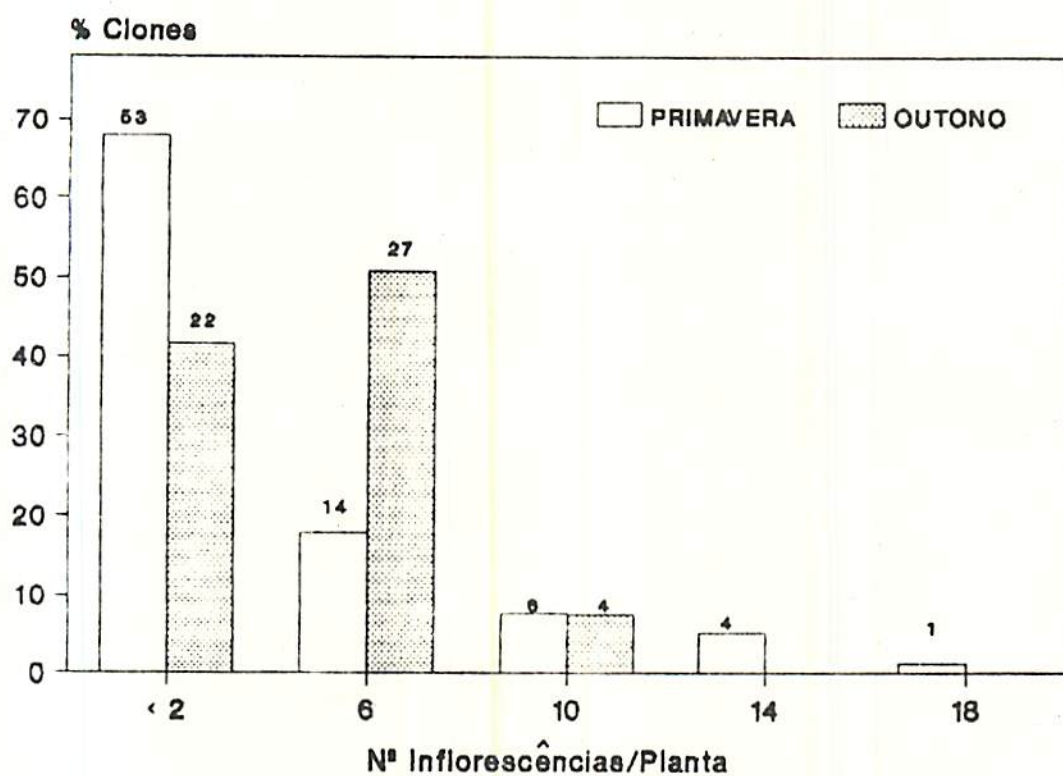


FIGURA 5 - Distribuição de freqüência dos 78 clones (primavera) e 53 clones (outono) relativo ao número médio de inflorescências por planta. Departamento de Biologia - ESAL, Lavras-MG, 1991/92.

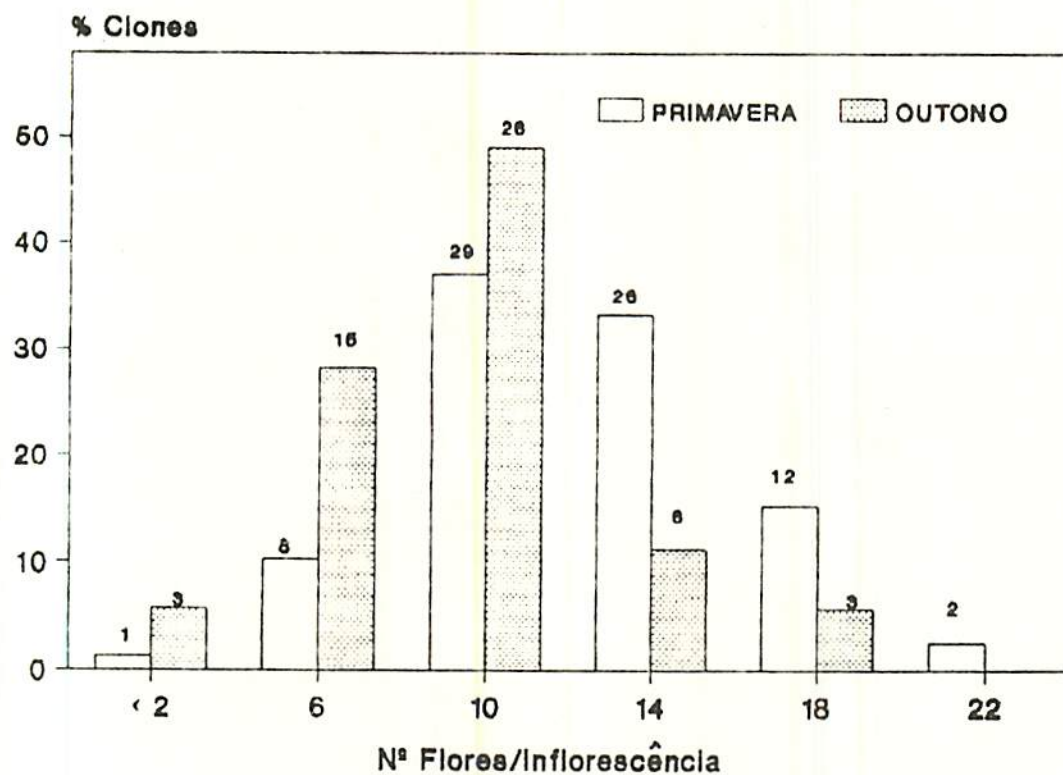


FIGURA 6 - Distribuição de freqüência dos 78 clones (primavera) e 53 clones (outono) relativo ao número médio de flores por inflorescência. Departamento de Biologia - ESAL, Lavras-MG, 1991/92.

Em média mais de 70% das famílias apresentaram maior número de flores/inflorescência no ensaio de primavera, no entanto o número de inflorescência/planta foi um pouco maior no de outono (Tabela 5).

O comportamento dos diplóides quanto ao florescimento, geralmente é mais intenso que o dos tetraplóides (CARROL & LOW, 1975). Contudo, sua intensidade depende de fatores genéticos, temperatura, fotoperíodo e interação genótipo x ambiente (MILLER, 1936). Em condições semelhantes as deste ensaio, tem sido verificado (MARTINS & PINTO, comunicação pessoal) que materiais tetraplóides produzem bem menos flores por planta que os materiais diplóides.

Na primavera, provavelmente o fotoperíodo mais longo promoveu o intenso florescimento dos clones e reprimiu a abscisão prematura dos botões florais, apesar das altas temperaturas verificadas nesta época. Houve diferenças de temperatura nos períodos que antecederam as divisões meióticas das células até a abertura das flores, em ambos os ensaios, logo as diferenças quanto ao florescimento poderiam ser atribuídas aos efeitos de temperatura e principalmente fotoperíodo (Figura 7).

TABELA 5 - Médias do número de dias para florescimento, número de inflorescência por planta, número de flores por inflorescência, frequência de pólen 2n (%), viabilidade do pólen 2n (%), quantidade de pólen na antera e viabilidade de pólen n de 78 clones híbridos de dihaplóides de *Solanum tuberosum* x *Solanum chacoense*, avaliados em casa-de-vegetação no Departamento de Biologia, ESAL, Lavras-MG, no período de primavera de 1991 e outono de 1992.

Clones	Número de dias/ florescimento		Número de inflo- rescência/planta		Número de flores/ inflorescência		Frequência de pólen 2n (%)		Viabilidade do pólen 2n (%)		*Quantidade de pólen na antera		Viabilidade de pólen n(%)	
	Prim.	Out.	Prim.	Out.	Prim.	Out.	Prim.	Out.	Prim.	Out.	Prim.	Out.	Prim.	Out.
2.2	23,0	24,0	4,7	3,7	11,0	8,7	0,0	2,5	0,0	55,6	3,7	3,7	94,7	73,6
2.3	25,0	29,0	2,3	1,0	10,3	4,3	1,9	0,0	95,2	0,0	4,0	3,0	94,1	95,4
4.6	19,3	27,0	2,7	1,3	8,3	8,0	7,2	5,2	85,6	79,4	2,7	3,0	56,9	55,6
4.10	25,0	30,3	2,3	4,3	18,7	15,0	1,3	26,1	43,3	47,7	3,7	3,0	75,5	41,7
5.10	26,0	23,3	1,3	2,7	11,0	9,3	0,0	4,1	0,0	95,2	3,3	4,0	74,9	64,5
6.3	23,0	-	2,0	-	2,0	-	0,2	-	33,3	-	2,7	-	67,4	-
6.4	25,0	24,3	10,7	1,7	18,0	17,0	0,5	0,5	66,7	33,3	3,7	4,0	89,5	93,4
8.4	24,7	28,3	3,7	5,0	9,7	8,7	1,0	1,9	72,2	62,5	3,3	3,7	75,8	60,0
8.5	28,3	-	1,7	-	11,3	-	0,0	-	0,0	-	2,3	-	67,6	-
8.6	28,7	32,3	3,0	3,3	11,7	5,0	0,8	1,0	25,0	100,0	3,0	3,0	58,6	65,9
8.7	25,0	-	1,7	-	7,7	-	1,2	-	66,7	-	3,0	-	67,8	-
8.8	24,3	27,7	3,0	3,7	12,0	5,0	0,0	0,9	0,0	44,4	3,0	2,7	35,5	36,0
8.9	25,7	25,0	15,3	3,7	13,3	5,7	0,9	0,2	66,7	33,3	2,7	3,3	50,2	63,6
9.2	26,0	24,0	3,0	2,0	9,3	2,3	12,7	25,4	81,6	76,1	2,0	2,7	41,5	51,3
9.3	26,0	28,3	15,0	7,0	19,3	10,3	18,0	12,9	92,7	60,3	1,3	1,7	40,4	24,8
9.4	27,3	-	3,3	-	13,7	-	5,5	-	33,3	-	1,0	-	11,2	-
9.6	25,7	24,0	15,7	5,7	14,7	9,7	0,0	6,9	0,0	33,3	1,3	1,0	9,0	12,1
10.2	23,0	22,7	2,3	4,7	11,7	9,7	0,0	18,1	0,0	79,4	1,0	1,0	36,6	23,8
10.4	27,3	24,3	10,3	4,7	17,0	8,7	11,6	10,3	80,0	68,8	1,7	2,0	13,0	36,9
13.4	24,3	23,0	2,7	7,3	12,3	8,3	0,2	0,4	33,3	16,7	3,3	3,3	88,7	84,9
13.5	25,7	24,3	15,7	6,7	14,3	12,3	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	2,7	80,3	84,0
13.6	22,7	-	9,3	-	14,7	-	0,0	-	0,0	-	1,0	-	33,7	-
13.8	23,0	24,3	5,0	5,7	17,0	10,3	0,0	6,1	0,0	54,6	3,3	1,9	90,3	49,7
13.9	25,3	22,0	1,7	8,7	11,0	11,7	0,0	8,9	0,0	52,5	2,3	1,7	57,9	45,0
13.10	23,3	-	7,0	-	10,3	-	3,5	-	91,7	-	1,0	-	52,9	-
13.11	22,7	22,0	3,7	2,0	8,3	4,7	2,4	6,9	55,6	50,0	1,7	1,7	30,7	49,0
15.4	25,3	25,3	2,3	3,3	10,7	6,3	0,3	8,1	33,3	88,4	2,7	3,0	63,6	80,8
15.5	24,0	24,7	9,0	4,0	14,3	8,7	0,4	0,8	33,3	100,0	3,3	3,3	82,3	77,6
15.6	25,3	-	1,0	-	7,3	-	0,0	-	0,0	-	4,0	-	90,1	-
15.7	26,7	-	3,0	-	11,0	-	0,0	-	0,0	-	2,3	-	69,6	-
15.8	24,7	-	1,0	-	6,0	-	0,3	-	33,3	-	2,3	-	62,4	-
15.9	30,3	25,0	1,3	7,0	11,3	9,7	0,0	12,2	0,0	97,0	3,7	4,0	58,7	57,3
15.10	25,0	25,3	8,7	4,7	10,3	10,3	0,2	0,3	33,3	33,3	3,3	3,7	83,7	93,0
15.11	32,3	27,0	1,3	1,3	8,0	3,3	3,6	4,6	33,3	41,7	2,0	1,7	29,6	11,7
15.12	24,7	25,7	5,0	3,7	7,7	5,7	0,0	16,3	0,0	78,7	4,0	2,7	79,2	54,6
15.14	23,3	-	1,0	-	13,0	-	0,0	-	0,0	-	3,3	-	72,3	-
15.15	33,0	27,7	1,3	4,3	15,7	6,7	1,4	17,2	66,7	84,4	2,7	3,7	77,9	65,6
15.16	27,7	26,7	7,0	7,7	20,7	12,0	4,8	27,9	48,2	57,9	1,0	1,3	34,2	23,8

TABELA 5 - Continuação

Clones	Número de dias/ florescimento		Número de inflo- rescência/planta		Número de flores/ inflorescência		Frequência de pólen 2n (%)		Viabilidade do pólen 2n (%)		Quantidade de pólen na antera		Viabilidade de pólen n(x)	
	Prim.	Out.	Prim.	Out.	Prim.	Out.	Prim.	Out.	Prim.	Out.	Prim.	Out.	Prim.	Out.
15.17	26,0	-	1,3	-	11,0	-	0,0	-	0,0	-	2,3	-	73,9	-
17.3	22,3	-	5,7	-	16,0	-	2,0	-	66,7	-	1,0	-	23,3	-
17.4	25,7	24,3	6,7	6,0	13,7	10,0	0,8	0,7	66,7	38,9	2,0	4,0	61,0	66,5
17.5	24,7	26,0	5,7	6,0	11,0	11,3	16,9	4,9	30,4	29,3	1,0	1,7	14,4	26,0
17.6	26,0	25,0	2,0	3,3	8,0	2,3	1,5	4,8	66,7	91,7	2,0	2,7	25,1	41,7
18.2	23,7	24,0	2,7	5,3	14,7	8,7	0,2	0,4	33,3	4,2	4,0	3,0	90,6	75,4
18.3	28,0	25,0	1,3	1,3	10,7	6,3	5,3	0,7	89,1	33,3	2,3	1,7	60,9	37,3
18.4	18,3	-	1,3	-	13,0	-	0,0	-	0,0	-	2,0	-	54,8	-
18.7	32,0	24,3	2,0	2,3	7,7	8,0	0,0	3,7	0,0	70,0	4,0	3,0	73,5	67,1
18.9	25,3	26,7	4,7	6,0	17,0	13,3	0,0	1,2	0,0	33,3	3,3	3,0	84,3	33,8
18.10	27,0	-	2,3	-	14,0	-	0,8	-	58,3	-	2,3	-	79,4	-
18.11	23,0	-	1,7	-	13,3	-	50,9	-	88,9	-	1,0	-	10,1	-
18.12	26,0	20,3	3,0	7,7	11,0	13,0	0,4	31,5	41,7	81,8	2,3	2,1	81,8	19,7
21	21,3	26,0	7,3	8,7	12,3	18,7	15,8	10,8	66,0	50,1	1,7	1,0	11,4	26,0
22	22,7	-	2,3	-	11,3	-	0,0	-	0,0	-	2,7	-	72,4	-
23	30,0	30,7	1,0	5,0	16,0	11,7	0,0	1,8	0,0	33,3	3,0	1,3	35,3	33,1
24.2	27,3	-	1,0	-	8,0	-	0,2	-	11,1	-	2,7	-	74,7	-
24.3	22,7	-	1,0	-	9,0	-	3,6	-	70,8	-	3,0	-	66,5	-
24.4	24,3	-	1,0	-	7,7	-	0,5	-	66,7	-	3,7	-	69,5	-
24.5	27,0	-	1,3	-	4,7	-	0,0	-	0,0	-	3,7	-	90,9	-
25.1	27,7	30,3	16,3	4,0	17,7	11,0	0,4	2,2	33,3	50,0	3,7	2,7	52,1	48,1
25.2	29,3	30,7	1,3	5,3	11,3	8,3	0,0	3,5	0,0	55,6	3,0	1,7	57,9	23,1
26.1	27,3	27,7	1,3	2,3	13,3	7,0	0,0	2,1	0,0	33,3	3,3	3,7	82,1	62,0
26.2	25,3	25,3	2,3	4,0	18,7	16,3	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	4,0	79,7	86,7
26.4	31,0	-	1,7	-	11,3	-	0,0	-	0,0	-	3,0	-	37,0	-
26.5	28,7	24,0	2,3	5,7	15,7	9,0	0,3	15,2	33,3	60,7	3,0	3,0	80,6	70,3
26.6	26,3	32,0	1,7	2,0	20,0	4,3	5,8	6,9	91,1	67,8	3,3	2,0	66,0	74,3
26.7	26,0	25,7	2,7	7,0	14,3	10,3	0,0	10,4	0,0	30,4	3,3	4,0	77,8	63,3
26.8	30,7	25,7	1,7	5,3	16,0	7,3	0,0	4,2	0,0	95,8	3,0	3,3	67,8	79,7
27.1	23,3	-	4,0	-	16,0	-	1,9	-	33,3	-	1,3	-	63,3	-
27.2	23,7	-	4,3	-	12,0	-	0,2	-	33,3	-	3,7	-	89,9	-
27.3	30,0	-	2,0	-	4,3	-	0,0	-	0,0	-	2,7	-	54,9	-
27.4	24,3	23,3	1,0	11,3	12,0	11,3	0,6	0,0	66,7	0,0	3,7	4,0	69,2	85,8
27.6	32,7	25,0	2,0	2,3	8,3	4,3	0,0	8,3	0,0	80,6	2,7	3,0	29,3	46,1
27.7	24,7	27,7	4,3	3,0	12,0	6,7	3,7	2,5	50,0	66,7	2,7	2,3	56,5	36,7
27.8	40,7	25,3	1,0	3,7	14,0	7,0	0,2	3,3	16,7	61,8	3,7	2,3	71,0	58,9
27.9	22,7	23,0	9,7	3,7	15,0	9,7	0,0	8,7	0,0	77,8	3,0	1,3	90,5	33,1
28	24,3	24,3	3,3	11,0	12,0	14,0	0,2	11,8	33,3	83,8	1,7	3,0	71,9	69,2
29	26,0	-	6,0	-	14,7	-	0,2	-	33,3	-	4,0	-	86,2	-
35.28	30,7	29,7	2,7	5,0	11,0	10,7	7,5	15,8	83,3	52,2	2,7	2,0	22,8	20,5
Média	25,9	25,8	4,0	4,7	12,2	9,0	2,6	7,2	32,9	54,9	2,7	2,7	61,0	54,0

* Notas: 1 - quantidade muito reduzida de pólen; 2 - pouco pólen; 3 - quantidade regular de pólen; 4 - abundância de pólen.

+ : Não floresceram

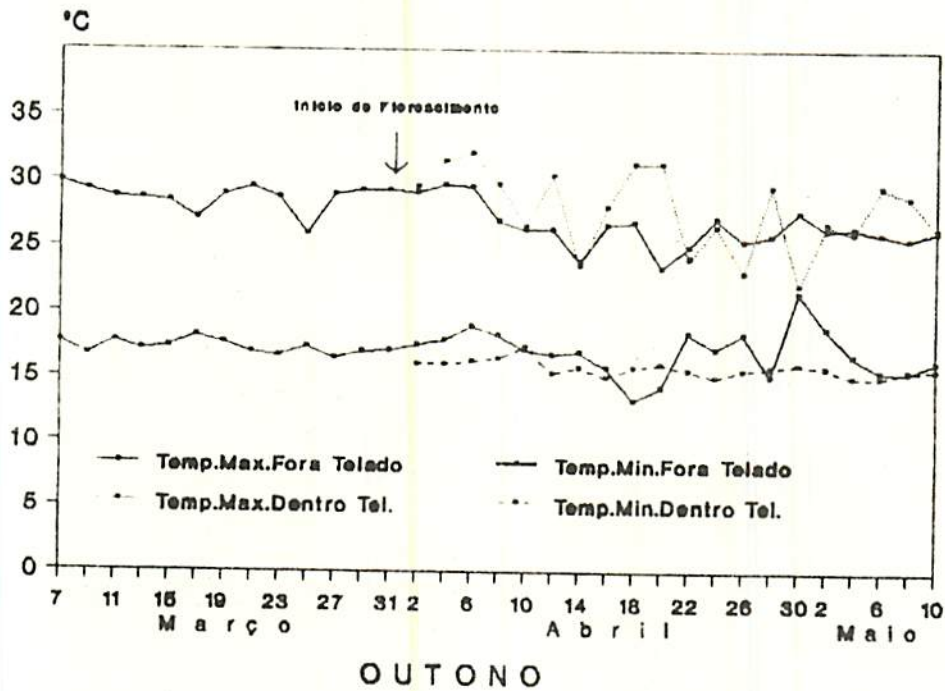
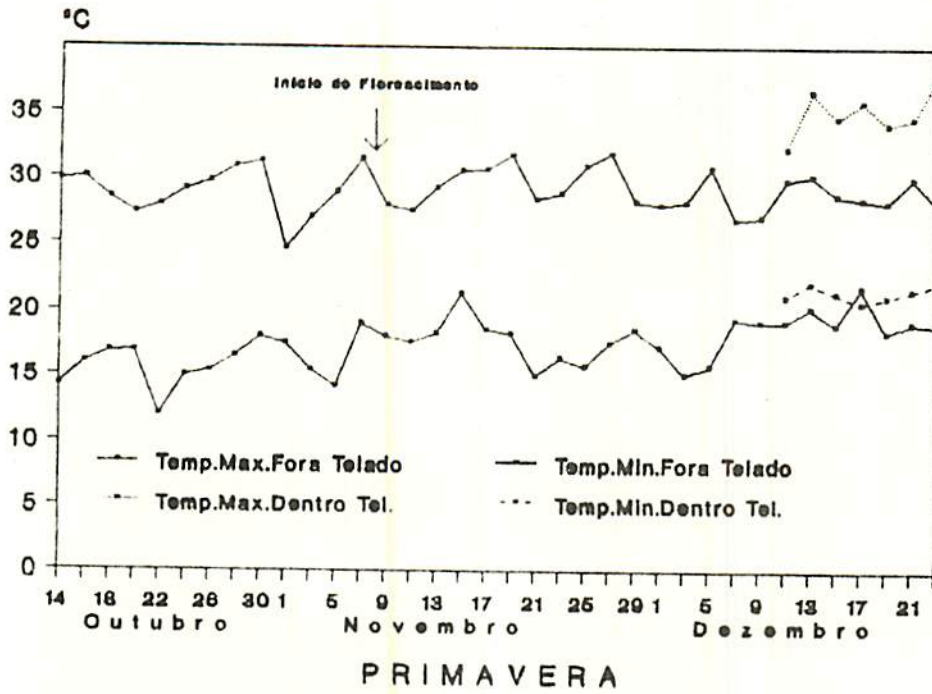


FIGURA 7 - Médias das temperaturas máximas e mínimas registradas nos ensaios de primavera e outono. Departamento de Biologia - ESAL, Lavras-MG, 1991/92.

Diferenças altamente significativas para freqüência de pólen 2n foram observadas entre as épocas (Tabela 3). Verificou-se que a freqüência de pólen 2n foi baixa no ensaio de primavera (\bar{x} = 2,6%) e mais elevada no outono (\bar{x} = 7,2%) (Figura 10), exceto para as famílias 17 e 21 (Tabela 5 e Figura 8). Este resultado sugere que a maioria dos clones produziu pouco pólen 2n no ensaio de primavera mas no outono eles tenderam a uma maior amplitude de variação (Figura 9). Verificou-se ainda que a temperatura observada no ensaio de primavera foi prejudicial à formação de pólen 2n, visto que o valor médio encontrado na época do outono foi bem superior. Apenas 11 clones (14,1%) produziram acima de 5% de pólen 2n no primeiro ensaio porém, nas condições mais favoráveis do segundo ensaio (temperaturas mais amenas - Figura 7) 24 clones (45,3%) produziram pólen 2n em freqüência superior a 5%. Esta freqüência é considerada como sendo o limite inferior para se utilizar os clones em cruzamentos 4x - 2x (QUINN, MOK & PELOQUIN, 1974).

Os clones e famílias que mais se destacaram quanto as diferenças na freqüência de pólen 2n, entre as duas épocas de florescimento, foram: 4.10; 13.9; 15.4; 15.9; 15.12; 15.15; 15.16; 17.5; 18.12; 26.5; 26.7; 27.6; 27.9; 28 e 35.2B (Tabela 5). O clone 18.11, cuja freqüência de pólen 2n foi a maior no ensaio de primavera (50,9%) não floresceu no ensaio de outono mas, apresentou um alto vigor vegetativo (Tabela 5).

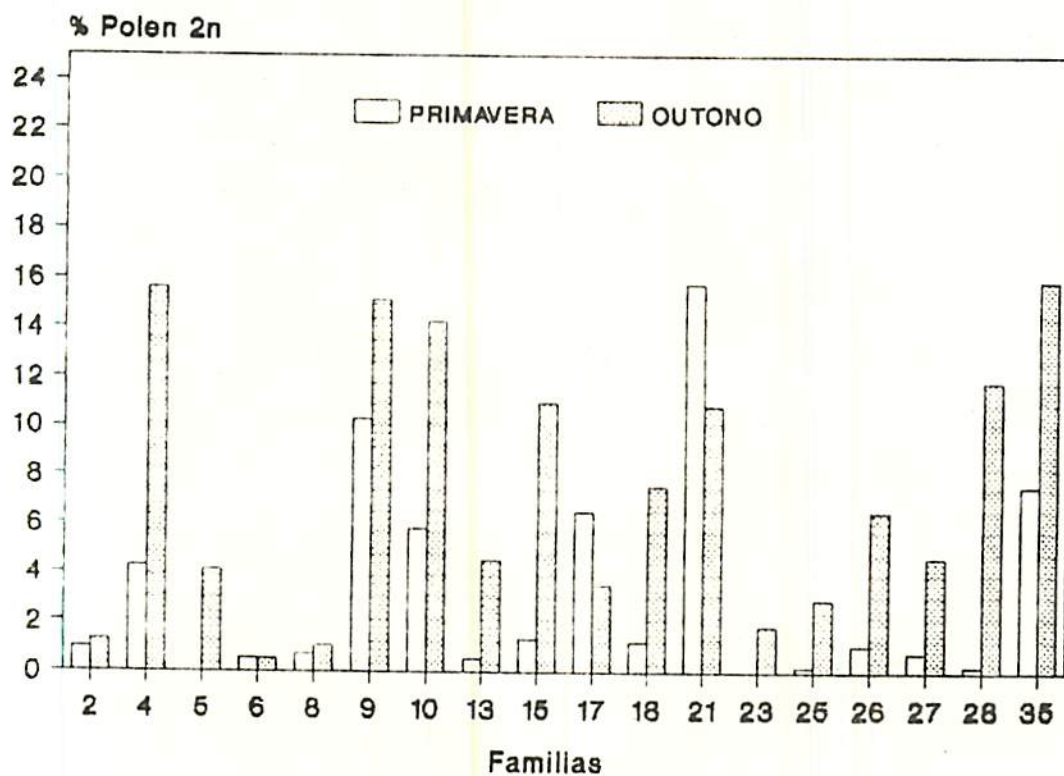


FIGURA 8 - Médias de freqüência de pólen 2n das famílias relativa aos 53 clones que floresceram nas duas épocas. Departamento de Biologia - ESAL, Lavras-MG, 1991/92.

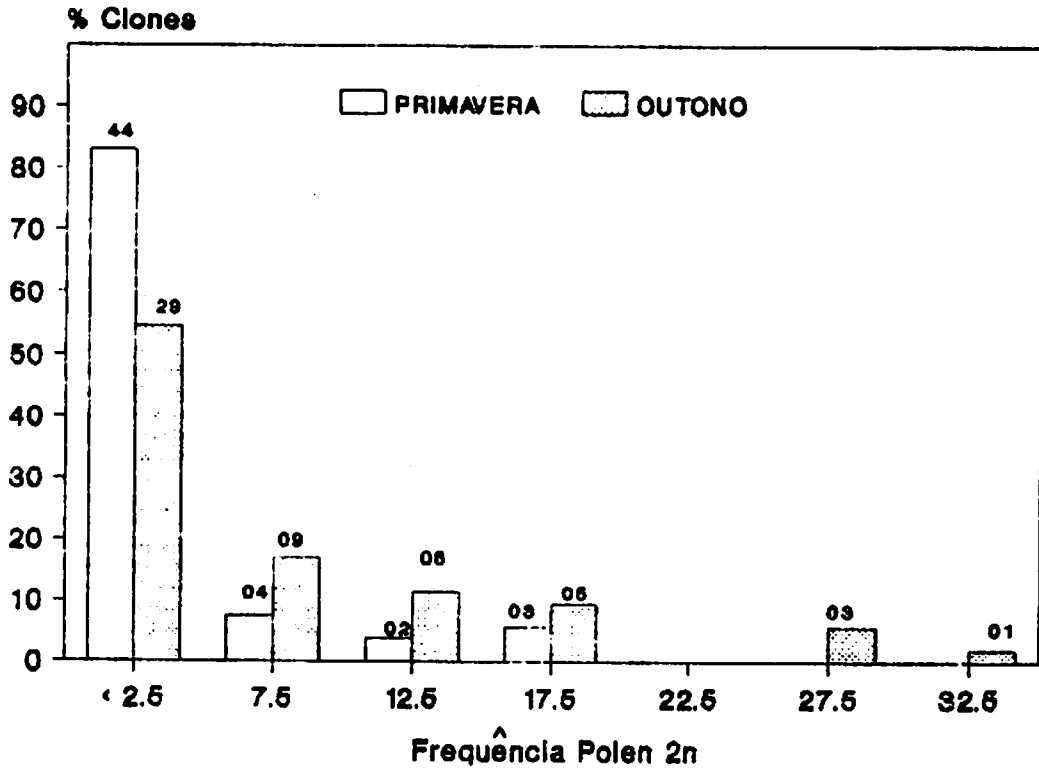


FIGURA 9 - Distribuição de frequência dos 53 clones que floresceram nas duas épocas relativo a produção média de pólen 2n. Departamento de Biologia - ESAL, Lavras-MG, 1991/92.

Parece que o período durante o qual as células mães dos grãos de pólen são sensíveis aos estímulos que induzem a formação de pólen $2n$ reflete as condições microambientais distintas existentes no interior da própria célula. A grande variabilidade interclonal encontrada, parece ser um indicativo da extrema suscetibilidade destas células a estas condições, mostrando que a penetrância do gene ou do complexo gênico controlador do fuso durante as divisões meióticas varia com a intensidade dos estímulos ambientais intra e ou extra-celulares. Portanto, as anormalidades no fuso podem representar o nível de intensidade da expressão gênica. RAMANNA (1979) argumenta que as variações quanto a expressividade do gene *ps* (fusos paralelos) tornam quase impossível o estudo da herança desta característica.

Outros fatores que parecem afetar a frequência de pólen $2n$ são as espécies e os tipos de restituição nuclear. Durante o processo da microsporogênese sabe-se que as divisões celulares em todas as anteras de um mesmo botão floral estão sincronizadas entre si (YOUNG, 1923). Contudo, diversos trabalhos têm encontrado variações quanto a formação de díades e tétrades (RAMANNA, 1974; VEILLEUX, MCHALE & LAUER, 1982; VORSA & BINGHAM, 1979; WERNER & PELOQUIN, 1990).

MOK & PELOQUIN (1975b) encontraram a frequência de pólen $2n$ variando de 3-20% no mecanismo de fusos paralelos (*ps*), de 14-34% no de citocinese prematura - 1 (*pc-1*) e de 14-18% no de citocinese prematura - 2 (*pc-2*). VEILLEUX & LAUER (1981b) acreditam que as variações fenotípicas quanto a expressividade

gênica para a formação do pólen $2n$ possam ser o reflexo da atuação de mais de um tipo de mecanismo de restituição nuclear. Em 1982, VEILLEUX, McHALE & LAUER encontraram ainda a frequência variando de 5,6% a 61,4% entre os lóculos de anteras adjacentes de um mesmo botão floral.

de Mol (1929), citado por VEILLEUX, McHALE & LAUER (1982) encontrou variações entre as porcentagens de pólen $2n$ e $4n$ nas anteras de *Tulipa suaveolens*. Em alfafa (*Medicago sativa*), VORSA & BINGHAM (1979) justificaram os extremos de variação (0-100%) encontrados na formação de díades como resultantes do alto índice de aborto do grão de pólen n , ocasionado provavelmente por genes ou complexos gênicos recessivos também envolvidos com o processo da microsporogênese.

McHALE (1983) estudando os efeitos ambientais na frequência e estabilidade fenotípica para produção de pólen $2n$, verificou que a temperatura parece ter favorecido a expressividade do gene *ps* (fusos paralelos) no ambiente onde as temperaturas eram mais amenas. A exata maneira como a sincronização meiótica afeta a produção de pólen $2n$ ainda permanece desconhecida. Tudo indica que os fatores genéticos e ambientais têm grande influência, mas não se sabe se esta é devido a idade da planta, luz, temperatura, umidade ou a combinação destes fatores. Na Tabela 5 podemos observar que alguns clones apresentaram comportamento diferencial quanto a produção de pólen $2n$ quando submetidos aos ambientes de primavera e outono. Os clones que mais evidenciaram a forte interação genótipo x ambiente foram: 4.10; 9.6; 10.2; 13.8; 13.9;

15.4; 15.9; 15.12; 15.15; 15.16; 17.5; 18.3; 18.12; 26.5; 26.7; 27.6; 27.9; 28 e 35.2B.

Para a viabilidade do pólen $2n$ foram encontrados resultados altamente significativos para épocas e interação clones x épocas (Tabela 3). A viabilidade do pólen $2n$ (Tabela 5) durante a primavera foi menor ($\bar{x} = 32,9\%$) que a encontrada no outono ($\bar{x} = 54,9\%$), provavelmente em decorrência das temperaturas mais elevadas no primeiro ensaio. A viabilidade é outra característica que parece ser fortemente influenciada pelo ambiente. EDMUNDSON (1942), BIENZ (1958) e HERMUNDSTAD & PELOQUIN (1985b) encontraram baixos níveis de viabilidade do pólen $2n$ durante a época de florescimento em altas temperaturas. Resultados parecidos também foram observados por SOUTER, DAWE, PELOQUIN (1980) com a cultivar Sebago.

SALA et alii (1989) trabalhando com *Lolium* encontraram a frequência de pólen $2n$ maior do que 10% em 11 das 28 plantas estudadas, sendo que em três destas ela atingiu o valor máximo de 100%. Eles também observaram que as plantas com valores acima de 60% de inviabilidade do pólen, apresentaram todos os grãos de pólen $2n$ viáveis (férteis).

A produção de grãos de pólen n é tão importante quanto a de $2n$, quando se deseja manter o nível diplóide durante os processos de recombinação gênica e melhoramento destas populações. Neste estudo, a frequência de pólen n foi também afetada pelas temperaturas, porém, a viabilidade foi maior na primavera (temperaturas mais elevadas) do que no outono (Tabela 5). Grandes

diferenças foram observadas entre os clones, mas de modo geral aqueles que apresentaram frequências mais elevadas de pólen $2n$ produziram baixa viabilidade do pólen n .

Quanto a viabilidade, tem sido observado também que o grão de pólen $2n$, fresco ou armazenado, apresenta taxa de germinação maior que a do pólen n (SIMMON & PELOQUIN, 1976).

Os diâmetros dos pólenes n e $2n$ no presente estudo foram de $21,9 \pm 0,2 \mu\text{m}$ e $29,6 \pm 0,3 \mu\text{m}$, respectivamente, (Figura 11) e estão de acordo com os resultados apresentados por QUINN, MOK & PELOQUIN (1974), cujos valores variaram de 18-23 μm para o pólen n e de 26-33 μm para o pólen $2n$. RAMANNA (1974) considera o pólen sendo n quando o seu tamanho é $< 25 \mu\text{m}$ e o pólen $2n > 25 \mu\text{m}$. A quantidade de pólen produzido nas anteras não apresentou diferenças significativas entre as épocas de florescimento (Tabela 3). Isto indica que mesmo em condições de fotoperíodos mais curtos e temperaturas amenas, a maioria dos clones produziu quantidade regular de pólen ($\bar{x} = 2,7$), o que permite sua utilização em retrocruzamentos com *Solanum tuberosum* principalmente neste período quando a frequência do pólen $2n$ é maior e a possibilidade de sucesso nos cruzamentos também seria aumentada.

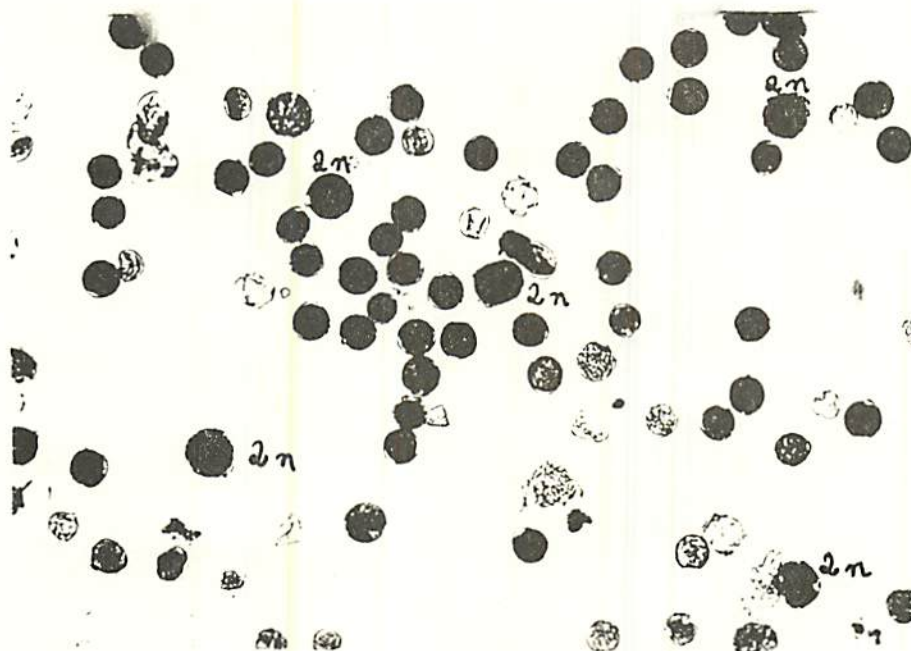


FIGURA 10 - Ensaio de outono (1992) evidenciando alta frequência de pólen $2n$. Aumento 224X.

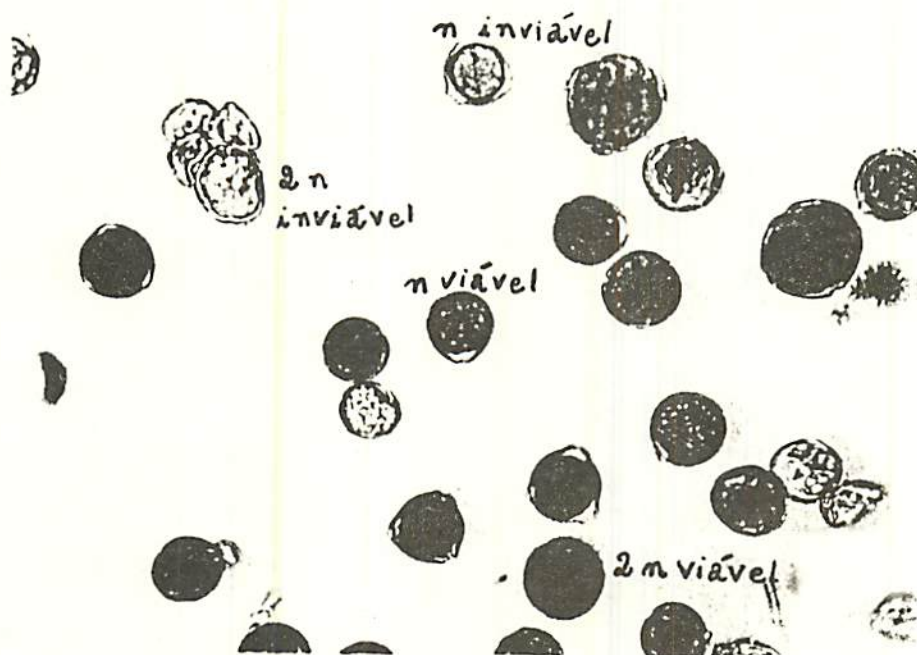


FIGURA 11 - Amostras constituídas por pólen n , $2n$ e inviáveis. Aumento 448X.

4.2. Caracteres agronômicos

As características avaliadas produção de tubérculos (kg/ha), peso médio dos tubérculos (g), número de tubérculos/planta e vigor vegetativo mostraram diferenças altamente significativas, demonstrando mais uma vez a grande variabilidade existente entre os clones (Tabela 6).

De modo geral, os clones apresentaram baixa produção de tubérculos (\bar{x} = 2062 kg/ha) e poucos chegaram a produzir acima de 6,0 t/ha [2.2; 6.3; 15.7; 15.8; 24.3 e 24.5 (Tabela 7 e Figura 12)]. No entanto, deve-se considerar que estes clones são diplóides ($2n=2x=24$) e que não serão utilizados per se, mas sim em cruzamentos com materiais tetraplóides ($2n=4x=48$) adaptados às nossas condições. Isto significa que as progênies a serem obtidas a partir destes cruzamentos poderão aproveitar o vigor dos híbridos diplóides e apresentarem maior produção por serem também tetraplóides.

O método de melhoramento $4x-2x$ (FDR) pode ser mais eficiente que o convencional ($4x-4x$), visto que neste a meiose normal separa as interações gênicas (intra e inter-locos) favoráveis, ao passo que esta separação é reduzida nos gametas $2n$ formados via FDR. Deste modo, a heterose, epistasia e diversidade genética se presente no genótipo parental diplóide, provavelmente, serão mantidas na progênie tetraplóide (DARMO & PELOQUIN, 1991; MARIS, 1990 e MENDIBURU & PELOQUIN, 1977a).

TABLETA 5 - Resumo das análises de variância para caracteres agronômicos de 31 clones híbridos de dihaploides de *Solanum tuberosum* x *Solanum chacoense* avaliados na fazenda Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Maria da Fé-MG, 1991.

Fontes de variação		GL	Produção de tubérculos (kg/ha)	Peso médio de tubérculos (g)	Nº de tubérculos por planta	Vigor das plantas
Repetições		2	19,124	0,180	0,018	1,239
Clones		(80)	95,816**	0,386**	0,185**	3,258**
Entre famílias		21	224,949**	0,562**	0,459**	5,329**
Dentro famílias	2	1	21,460	0,042	0,050	0,260
		2	133,265**	0,197	0,197**	2,464*
		1	12,143	0,012	0,190**	1,760
		5	10,051	0,016	0,051**	0,908
		3	29,047*	0,266*	0,050*	1,198
		1	56,633*	0,630**	0,019	16,927**
		6	102,704**	0,733**	0,085**	5,345**
		12	39,235**	0,060	0,066**	1,697**
		3	55,255**	0,648**	0,082**	9,948**
		8	62,022**	0,297**	0,071**	2,449**
		3	6,684	0,026	0,079**	0,753
		1	112,296**	1,393**	0,047	0,427
		6	35,408**	0,035	0,141**	0,678
		7	49,133**	0,090	0,126**	1,156
		160	10,714	0,093	0,016	0,643
Clones						20,79
Entre famílias						19,64
Dentro famílias						24,63
Repetições						20,79

* Notas de 1 a 5 - Notas de significatividade ao nível de 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

TABELA 7 - Médias para produção de tubérculos (kg/ha), peso médio de tubérculos (g), número de tubérculos por planta e vigor vegetativo de 81 clones híbridos de dihaploides de *Solanum tuberosum* x *Solanum chacoense*, avaliados na Fazenda Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Maria da Fé-MG, 1991.

Clones	Produção de tubérculos (kg/ha)	Peso médio de tubérculos (g)	Nº de tubérculos por planta	Vigor [†] vegetativo
2.2	8286	30.8	10.9	5.0
2.3	2333	20.3	6.2	5.0
4.6	57	8.0	0.9	3.7
4.8	5429	28.6	7.3	3.3
4.10	976	20.1	3.0	5.0
5.10	1310	27.1	3.9	3.0
6.3	8364	22.5	18.0	4.0
6.4	3143	28.2	6.1	5.0
6.4	3714	23.6	8.5	5.0
8.5	2619	25.1	5.7	3.7
8.6	881	21.8	2.7	4.7
8.7	2762	22.9	6.3	5.0
8.8	4310	24.7	8.4	5.0
8.9	1929	27.6	6.1	5.0
9.2	976	23.7	2.4	4.3
9.3	152	8.0	0.5	4.7
9.4	524	29.0	2.8	3.7
9.5	369	21.5	1.2	3.3
10.2	245	18.8	0.7	4.3
10.4	-	-	-	1.0
13.4	-	-	-	3.0
13.5	24	3.2	0.1	4.0
13.6	690	20.5	2.6	4.7
13.8	643	22.7	1.9	5.0
13.9	-	-	-	3.0
13.10	1357	26.1	2.7	3.3
13.11	167	11.7	0.5	1.0
15.4	4167	25.4	6.4	4.7
15.5	4119	23.4	6.1	5.0
15.6	4490	31.7	4.9	4.7
15.7	6455	27.3	8.2	5.0
15.8	7286	32.7	8.4	5.0
15.9	738	19.8	2.7	4.3
15.10	4595	22.8	7.8	4.7
15.11	1167	23.7	2.7	3.7
15.12	4429	30.4	5.4	4.3
15.14	810	22.0	3.2	4.7
15.15	4476	34.3	4.9	5.0
15.16	286	13.3	2.8	5.0
15.17	1024	23.3	2.5	2.3
17.3	167	15.0	0.8	5.0

TABELA 7 - Continuação

Clones	Produção de tubérculos (kg/ha)	Peso médio de tubérculos (g)	Nº de tubérculos por planta	Vigor [†] vegetativo
17.4	786	71,7	3,5	3,0
17.5	36	5,0	0,3	3,7
17.6	33	4,7	1,7	0,7
18.2	988	25,1	3,5	3,7
18.3	917	23,7	1,7	2,7
18.4	1643	23,4	4,3	3,7
18.5	388	12,7	1,9	2,7
18.7	1438	22,4	2,4	3,7
18.9	14	2,0	0,1	3,3
18.10	210	22,2	0,7	4,0
18.11	293	9,6	1,0	2,0
18.12	500	5,8	0,9	1,3
21	95	13,3	0,7	3,0
22	2571	23,6	6,8	4,0
23	412	17,7	0,4	2,7
24.2	5095	20,7	10,6	4,0
24.3	8024	35,5	8,3	4,7
24.4	5476	29,3	5,9	4,0
24.5	13500	31,4	16,3	5,0
25.1	405	25,5	1,4	4,0
25.2	10	1,3	0,2	3,7
26.1	214	16,7	0,8	4,0
26.2	5119	27,6	7,6	5,0
26.4	2500	28,6	2,8	4,0
26.5	1071	27,4	1,5	3,7
26.6	548	23,0	2,1	4,7
26.7	1310	22,4	2,3	4,3
26.8	2071	22,2	8,7	4,0
27.1	167	11,7	0,8	2,7
27.2	5024	23,6	8,0	4,7
27.3	2405	22,5	5,8	3,7
27.4	1143	25,4	3,0	3,0
27.6	1988	25,7	4,6	3,7
27.7	429	33,3	1,3	3,7
27.8	405	30,0	0,8	3,0
27.9	1048	23,9	2,3	4,0
28	83	11,7	0,1	4,0
29	500	32,2	0,7	4,0
34.1A	76	10,7	0,4	2,0
35.2B	1988	17,4	2,1	2,7
Média	2062	21,3	3,8	3,9

* Notas: 1 - pouco vigorosa; 5 - muito vigorosa

+ : Não produziram tubérculo.

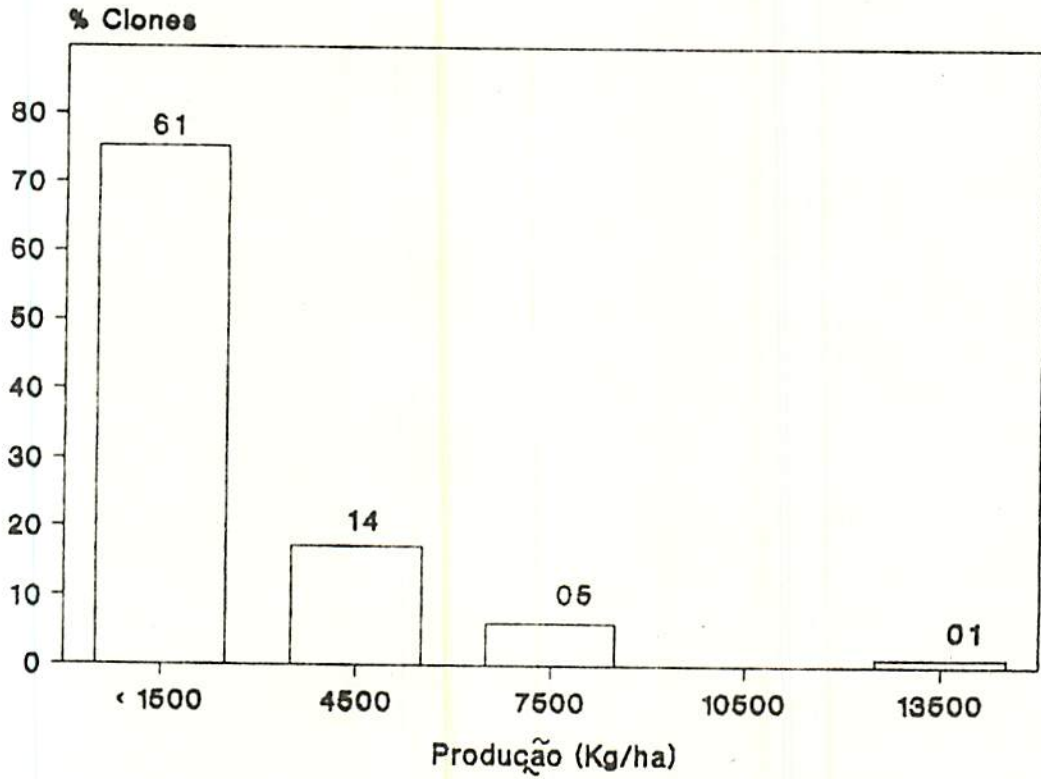


FIGURA 12 - Distribuição de freqüência dos 81 clones relativa a produção média de tubérculos (kg/ha). Maria da Fé - MG, 1991.

HILALI, LAUER & VEILLEUX (1987) verificaram que o nível de heterose depende substancialmente da direção do cruzamento (4x-2x vs 2x-4x), uma vez que os híbridos com o citoplasma de Tuberosum foram superiores àqueles com o citoplasma de Phureja em 18% para a produção de tubérculos, 21% para o número de tubérculos e 9% para maturidade, mas inferiores em 11% para vigor vegetativo e 19% para atingir 80% de germinação. As diferenças encontradas quanto a direção da hibridização são consideradas resultantes do modo de formação dos gametas 2n (KIDANE-MARIAM & PELOQUIN, 1974).

A produção de tubérculos pelas progênies híbridas tetraplóides do cruzamento 4x-2x, na maioria das vezes, excede a do parental 4x (CONCILIO & PELOQUIN, 1991; DE JONG et alii, 1981; DE JONG & TAI, 1977; HERMUNDSTAD & PELOQUIN, 1985a,b e YERK & PELOQUIN, 1989b), exceto quando a porcentagem de germoplasma não adaptado na progênie é muito alta. YERK & PELOQUIN (1990a) verificaram que as famílias 4x-2x apresentavam produtividade menor que as famílias 4x-4x, quando a cultivar brasileira Chiquita era o parental (4x) utilizado. Eles acreditam que os benefícios da heterozigose máxima foram anulados pela falta de adaptação deste germoplasma utilizado.

Acima de 74% dos clones produziram em média menos de 6 tubérculos/planta (Figura 13). O peso médio dos tubérculos foi de 21,3g, sendo que mais de 67% dos clones produziram tubérculos entre 16 e 32 g (Figura 14). Apesar da produção total, nº de tubérculos/planta e peso médio dos tubérculos terem sido baixos, a maioria dos clones apresentou alto vigor vegetativo (Figura 15 e Tabela 7).

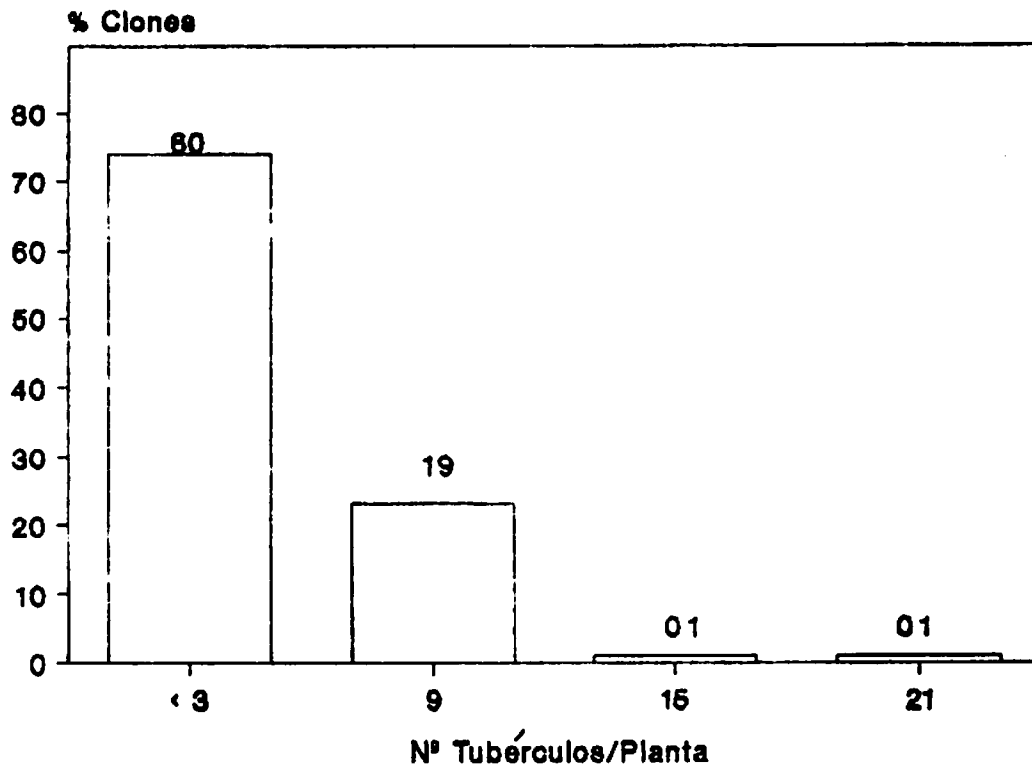


FIGURA 13 - Distribuição de freqüência dos 81 clones relativo ao número médio de tubérculos por planta. Maria da Fé - MG, 1991.

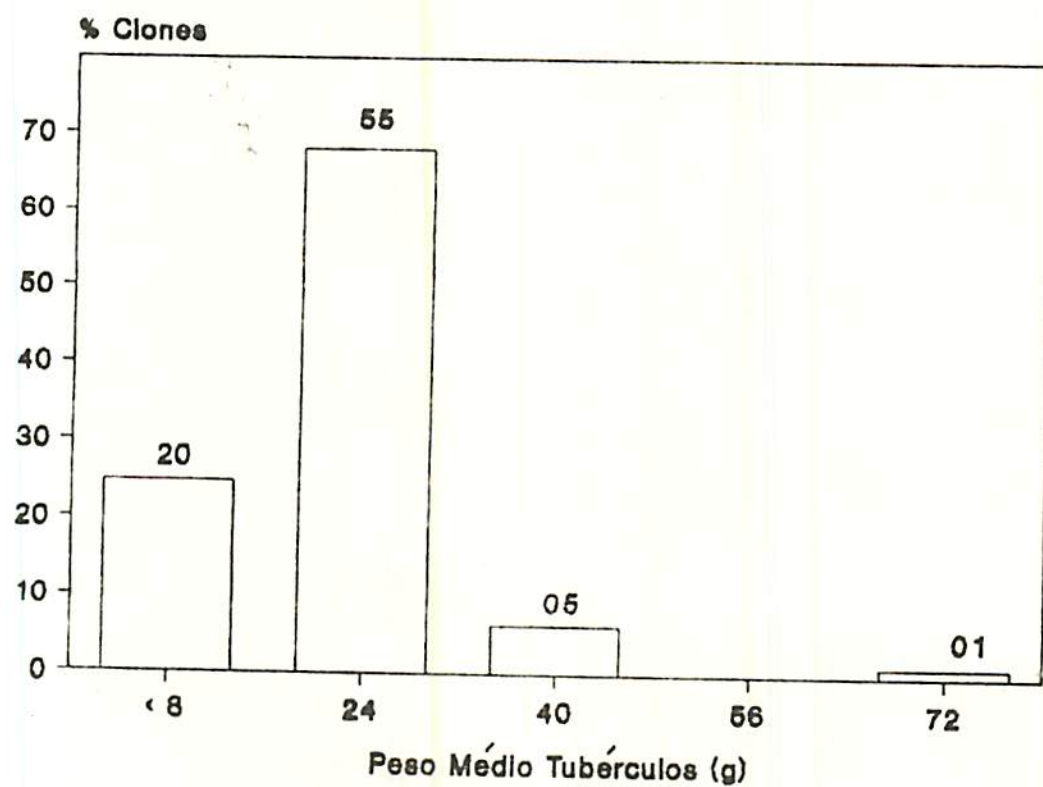


FIGURA 14 - Distribuição de freqüência dos 81 clones relativo ao peso médio dos tubérculos (g). Maria da Fé-MG, 1991.

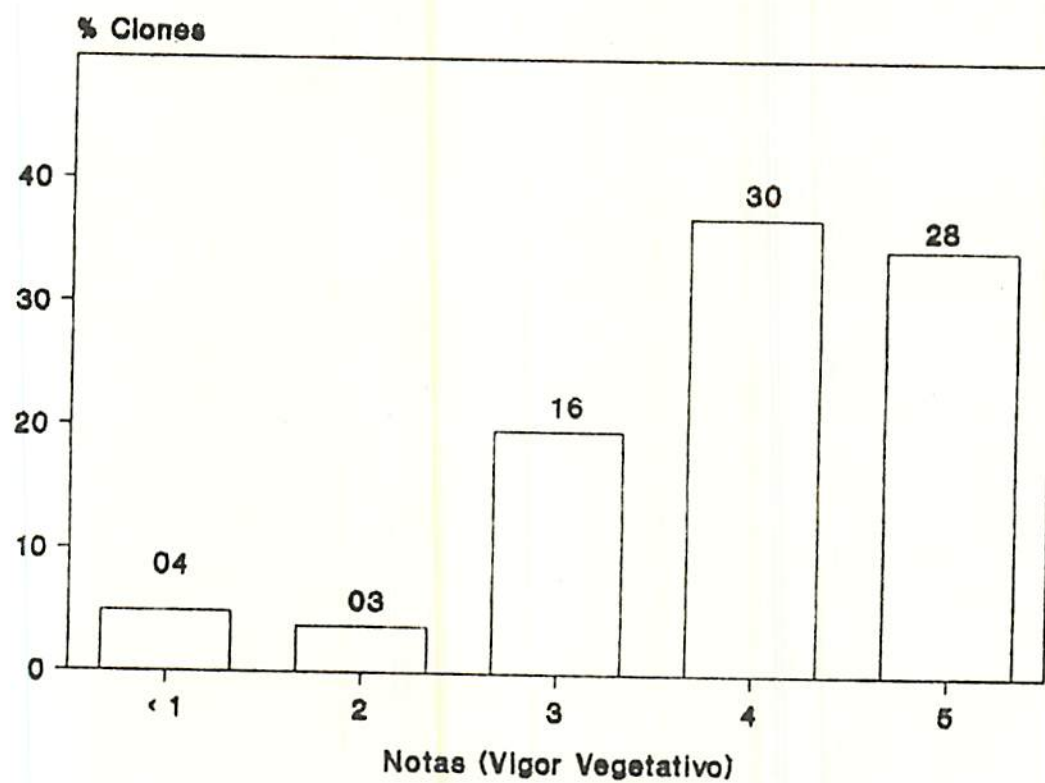


FIGURA 15 - Distribuição de freqüência dos 81 clones relativo ao vigor vegetativo médio das plantas. Maria da Fé - MG, 1991.

Quanto ao aspecto geral dos tubérculos (Tabela 8) a maior parte dos clones apresentou formato oblongo, película áspera e de cor amarela, polpa branca e olhos rasos. O fato dos clones apresentarem tubérculos com polpa de coloração branca não constitui um fator prejudicial para a sua utilização em cruzamentos com *Solanum tuberosum*, uma vez que é admitido controle monogênico recessivo para o fenótipo polpa branca (HOWARD, 1970; STELLY & PELOQUIN, 1986; TAYLOR, 1978 e VEILLEUX & LAUER, 1981a). As características olhos rasos e película áspera não apresentam maiores implicações para o trabalho, uma vez que os olhos rasos constituem uma característica comercial vantajosa preferida pelos consumidores e a película áspera constitui apenas uma aparência externa do tubérculo, à qual não apresenta nenhuma relação com a qualidade do produto.

Observando as Tabelas 5 e 7 verificamos que os clones que apresentaram a maior produtividade foram os que tiveram alto vigor vegetativo e frequência de pólen $2n$ praticamente nula. Por outro lado, os que apresentaram alta frequência de pólen $2n$ (4.10; 9.2; 9.3; 10.2; 13.8; 15.9; 15.16; 26.6 e 28) apesar de serem altamente vigorosos tiveram produtividade muito baixa. Logo, podemos pressumir a existência de uma possível correlação negativa entre frequência de pólen $2n$ e produtividade, provavelmente, decorrente da associação entre fotoperíodo longo e temperaturas elevadas registradas durante a condução do ensaio de primavera.

TABELA 8 - Aspecto geral dos tubérculos de 81 clones híbridos de dihaplóides de *Solanum tuberosum* x *Solanum chacoense*, avaliados na Fazenda Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Maria da Fé, 1991.

Clones	Formato do tubérculo	Tipo de película	Profundidade dos olhos	Cor da polpa	Cor da película
2.2	Oblongo achatado	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo
2.3	Oblongo	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo
4.8	Arredondado	Pouco áspera	Rasos	Branca	Amarelo
4.8	Oblongo	Áspera	Meio profundos	Amarelo intenso	Amarelo intenso
4.10	Arredondado	Pouco áspera	Meio profundos	Branca	Amarelo
5.10	Oblongo	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo
6.3	Arredondado	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo claro
6.4	Alongado	Áspera	Meio profundos	Branca	Rosado
8.4	Oblongo	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo rosado
8.5	Oblongo	Áspera	Meio profundos	Amarelo claro	Amarelo rosado
8.6	Alongado	Áspera	Meio profundos	Amarelo claro	Amarelo
8.7	Oblongo	Áspera	Rasos	Branca	Rosado
8.8	Oblongo achatado	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo rosado
8.9	Alongado pouco achatado	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo claro
9.2	Oblongo	Áspera	Meio profundos	Branca	Amarelo
9.3	Oblongo	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo
9.4	Arredondado	Pouco áspera	Meio profundos	Branca	Amarelo
9.6	Alongado	Áspera	Meio profundos	Branca	Amarelo
10.2	Arredondado	Pouco áspera	Rasos	Branca	Amarelo
10.4	- +	-	-	-	-
13.4	-	-	-	-	-
13.5	Oblongo	Áspera	Meio profundos	Branca	Amarelo
13.6	Alongado	Áspera	Meio profundos	Branca	Amarelo
13.8	Oblongo	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo
13.9	-	-	-	-	-
13.10	Oblongo	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo
13.11	Alongado pouco achatado	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo rosado
15.4	Oblongo achatado	Áspera	Rasos	Amarelo claro	Amarelo
15.5	Oblongo achatado	Áspera	Superficiais	Amarelo intenso	Amarelo
15.6	Oblongo	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo
15.7	Oblongo achatado	Pouco áspera	Rasos	Branca	Amarelo
15.8	Oblongo achatado	Áspera	Meio profundos	Branca	Amarelo
15.9	Oblongo	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo
15.10	Arredondado pouco achatado	Áspera	Rasos	Amarelo claro	Amarelo
15.11	Alongado pouco achatado	Pouco áspera	Meio profundos	Branca	Amarelo
15.12	Oblongo achatado	Áspera	Rasos	Amarelo claro	Amarelo
15.14	Arredondado	Pouco áspera	Rasos	Branca	Amarelo
15.15	Alongado pouco achatado	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo
15.16	Oblongo	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo
15.17	Arredondado	Pouco áspera	Rasos	Branca	Amarelo
17.3	Arredondado	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo
17.4	Oblongo	Áspera	Meio profundos	Branca	Amarelo
17.5	Arredondado	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo
17.6	Oblongo	Pouco áspera	Rasos	Branca	Amarelo

Clones	Formato do tubérculo	Tipo de película	Profundidade dos olhos	Cor da polpa	Cor da película
18.2	Oblongo pouco achatado	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo
18.3	Arredondado	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo
18.4	Oblongo	Áspera	Meio profundos	Branca	Amarelo
18.5	Arredondado	Áspera	Rasos	Amarelo claro	Amarelo
18.7	Arredondado	Áspera	Rasos	Amarelo claro	Amarelo
18.9	Alongado	Áspera	Meio profundos	Amarelo claro	Amarelo
18.10	Arredondado	Áspera	Meio profundos	Amarelo claro	Amarelo
18.11	Arredondado	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo
18.12	Oblongo pouco achatado	Pouco áspera	Rasos	Branca	Amarelo rosado
21	Oblongo	Áspera	Rasos	Amarelo claro	Amarelo
22	Oblongo	Áspera	Meio profundos	Amarelo claro	Amarelo
23	Oblongo pouco achatado	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo
24.2	Oblongo	Áspera	Rasos	Amarelo claro	Amarelo
24.3	Oblongo	Pouco áspera	Rasos	Branca	Amarelo claro
24.4	Oblongo	Pouco áspera	Rasos	Branca	Amarelo claro
24.5	Arredondado	Pouco áspera	Rasos	Branca	Amarelo claro
24.5	Arredondado pouco achatado	Áspera	Superficiais	Branca	Amarelo claro
25.1	Oblongo	Áspera	Superficiais	Branca	Amarelo
25.2	Arredondado	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo
26.1	Arredondado pouco achatado	Pouco áspera	Superficiais	Branca	Amarelo
26.2	Arredondado pouco achatado	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo
26.4	Oblongo	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo
26.5	Oblongo pouco achatado	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo
26.6	Arredondado	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo
26.7	Arredondado	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo
26.8	Oblongo	Áspera	Meio profundos	Amarelo claro	Amarelo
27.1	Oblongo	Áspera	Rasos	Amarelo claro	Amarelo rosado
27.2	Oblongo	Áspera	Rasos	Amarelo claro	Amarelo
27.3	Arredondado	Pouco áspera	Rasos	Amarelo claro	Amarelo
27.4	Oblongo	Pouco áspera	Rasos	Amarelo claro	Amarelo
27.6	Oblongo pouco achatado	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo claro
27.7	Pouco alongado	Pouco áspera	Rasos	Amarelo	Amarelo
27.8	Oblongo	Áspera	Superficiais	Amarelo	Amarelo
27.9	Arredondado	Áspera	Rasos	Branca	Amarelo
28	Oblongo	Pouco áspera	Rasos	Branca	Amarelo
29	Oblongo	Pouco áspera	Superficiais	Branca	Amarelo
34.1A	Oblongo	Áspera	Meio profundos	Branca	Amarelo
35.2B	Oblongo	Áspera	Meio profundos	Branca	Amarelo
			Rasos	Branca	Amarelo

†: Não produziram tubérculo.

Apesar de não terem sido feitas mensurações observou-se que os clones apresentaram estolões bastante compridos, o que é indesejável em qualquer material a ser utilizado comercialmente.

Desta forma sugere-se que os híbridos sejam intercruzados e uma seleção para estolões curtos realizada, antes de serem utilizados em cruzamentos 4x-2x. Além disso, seria interessante também um programa de seleção visando o aumento da tuberização sob nossas condições de fotoperíodo, uma vez que *S. chacoense* e seus híbridos só tuberizam bem sob fotoperíodos curtos.

5. CONCLUSÕES

- Existe ampla variabilidade genética para todos os caracteres estudados nos 81 clones híbridos de dihaplóides de *Solanum tuberosum* x *Solanum chacoense*.
- O florescimento dos clones foi abundante tanto na primavera (fotoperíodo mais longo) quanto no outono (fotoperíodo mais curto).
- Os clones variaram consideravelmente na produção de pólen $2n$, porém a frequência foi maior no outono (temperaturas mais amenas).
- Os clones de modo geral apresentaram bom vigor vegetativo mas, a produção de tubérculos foi muito baixa.
- Os clones apresentaram estolões muito compridos e deverão ser selecionados contra este caráter antes de serem utilizados em cruzamentos $4x-2x$.

6. RESUMO

Oitenta e um clones híbridos de *Solanum tuberosum* x *Solanum chacoense* foram estudados em dois ensaios para avaliação do florescimento e caracteres agronômicos. Os ensaios de florescimento foram realizados em casa-de-vegetação do DBI/ESAL (Lavras-MG) de outubro a dezembro de 1991 (primavera) e de março a junho de 1992 (outono), em blocos casualizados com três repetições. Cada parcela foi representada por um vaso contendo uma única planta. Os caracteres agronômicos foram avaliados em condições de campo de outubro de 1991 a fevereiro de 1992 na Fazenda da EPAMIG (Maria da Fé-MG) em um látice triplo 9 x 9. Cada parcela foi constituída por 5 plantas no espaçamento 0,80 x 0,35 m. Os resultados mostraram ampla variabilidade entre famílias e clones dentro das famílias para todos os caracteres avaliados. De modo geral, o florescimento dos híbridos foi abundante em ambas as épocas, apesar de 25 clones do ensaio de primavera deixarem de florescer no outono. A maioria levou em torno de 24 dias para florescer, apresentando entre 2 a 6 inflorescências/planta e entre 6 a 14 flores/inflorescência, respectivamente para os ensaios de primavera e outono. Verificou-se que a frequência de pólen $2n$ foi

baixa no ensaio de primavera ($\bar{x} = 2,6\%$) e mais elevada no outono ($\bar{x} = 7,2\%$), provavelmente devido as temperaturas mais amenas registradas nesta época. A viabilidade do pólen $2n$ também foi maior no ensaio de outono (54,9% vs. 32,9%) e a quantidade de pólen produzida nas anteras foi regular, não apresentando diferenças significativas entre as duas épocas de florescimento. Isto indica que mesmo em condições de fotoperíodos mais curtos e temperaturas amenas, a maioria dos clones permite sua utilização em retrocruzamentos com *S. tuberosum*, principalmente neste período quando a freqüência de pólen $2n$ é maior e a possibilidade de sucesso nos cruzamentos também seria aumentada. Quanto aos caracteres agronômicos, os clones apresentaram produção total, nº de tubérculos/planta e peso médio dos tubérculos bastante baixos, apesar da maioria apresentar alto vigor vegetativo. Quanto ao aspecto geral dos tubérculos estes apresentaram o formato oblongo, película áspera e de cor amarela, polpa branca e olhos rasos. Foi observado que os clones que apresentaram a maior produtividade foram os que tiveram alto vigor vegetativo, mas com freqüência de pólen $2n$ praticamente nula. No entanto deve-se considerar que estes clones são diplóides ($2n=2x=24$) e que não serão utilizados per se, mas sim em cruzamentos com materiais tetraplóides ($2n=4x=48$) adaptados às nossas condições. Isto significa que as progênies a serem obtidas a partir destes cruzamentos poderão aproveitar o vigor dos híbridos diplóides e apresentar maior produção por serem também tetraplóides. Apesar de não terem sido feitas mensurações, observou-se que os clones apresentaram estolões

bastante compridos, sendo recomendável uma seleção contra este caráter antes de utilizá-los em cruzamentos.

6. SUMMARY

AGRONOMIC CHARACTERIZATION AND 2n POLLEN PRODUCTION OF DIHAPLOIDS *Solanum tuberosum* BY *Solanum chacoense* SPECIES HYBRIDS

Eighty one dihaploids *S. tuberosum* by *S. chacoense* species hybrids were studied for flowering and agronomic traits in two separate trials. For studying flowering traits two experiments were carried out under greenhouse conditions, one during the spring season of 1991 and the other during autumn 1992, in a randomized complete blocks design with three replications. Each plot was represented by a single plant. Agronomic traits were evaluated in a field trial from October 1991 to February 1992. The experimental design was a 9 x 9 triple lattice with five plants per plot. The results showed great variability among families and among clones within families for all traits evaluated. Flowering was profuse in both trials but twenty five clones did not flowered in the autumn season. Most clones took 24 days to flower and presented 2 to 6 inflorescence per plant and 6 to 14 flowers per inflorescence, respectively for the spring and autumn trials. 2n pollen frequency was low in the spring ($\bar{x} = 2,6\%$) and higher in autumn ($\bar{x} = 7,2\%$)

probably due to lower temperatures registered during this experiment. $2n$ pollen viability was also higher in the autumn trial (54.9% vs 32.9%) and its amount was reasonable and not different between the two experiments. Concerning the agronomic traits clones presented low total tuber yield, number of tubers per plant and tuber mean weight but most of them was vigorous. In general the most productive clones had a low $2n$ pollen frequency. It was also observed that all clones presented very long stolons and that it should be practiced a selection against this trait before using them in a crossing program with adapted *S. tuberosum* cultivars.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALLARD, R.W. Princípios do melhoramento genético das plantas. São Paulo, Editora Edgard Blücher, 1971. 381p.
2. AMOROS, W. & MENDOZA, H.A. Relationship between heterozygosity and yield in autotetraploid potatoes. *American Potato Journal*, Orono, 56:455, 1979.
3. BAMBERG, J.B. & HANNEMAN JR., R.E. Rapid ploidy screening of tuber-bearing *Solanum* (Potato) species through pollen diameter measurement. *American Potato Journal*, Orono, 68:279-85, 1991.
4. BIENZ, D.R. The influence of environmental factors and pollinating techniques on the success of potato pollination in the greenhouse. *American Potato Journal*, Orono, 35:377-85, 1958.

5. BINGHAM, E.T. Maximizing heterozygosity in autopolyploids.
In: LEWIS, W.H., ed. Polyploid: Biological relevance.
New York, Phenom Press, 1980. p.471-89.
6. BOOK, O.J. Genética e Melhoramento da Batatinha. In: KERR,
W.E., ed. Melhoramento e Genética, São Paulo, 1969.
p.149-59.
7. BURNHAM, C.R. Discussions in cytogenetics. St. Paul, 1962.
393p.
8. CAMADRO, E.L. & PELOQUIN, S.J. The occurrence and Frequency
of 2n Pollen in Three Diploid Solanums from Northwest
Argentina. Theoretical and Applied Genetics, Vienna,
56:11-5, 1980.
9. CARROL, C.P. & LOW, R.J. Flowering behaviour and seed fer-
tility in dihaploid *Solanum tuberosum*. Potato Research,
Wageningen, 18:416-27, 1975.
10. CHASE, S.S. Analytic Breeding of Amphipolyploid Plant Varie-
ties. Crop Science, Madison, 4:334-7, 1964.

11. CHASE, S.S. Analytic Breeding in *Solanum tuberosum* L. A scheme utilizing parthenotes and other diploid stocks. Canadian Journal of Genetics Cytology, Ontario, 5:359-63, 1963.
12. CONCILIO, L. & PELOQUIN, S.J. Evaluation of the 4x X 2x breeding scheme in a potato breeding program adapted to local conditions. Journal of Genetic & Breeding, Roma, 45:13-8, 1991.
13. DARMO, E. & PELOQUIN, S.J. Use of 2x *Tuberosum* haploid - wild species hybrids to improve yield and quality in 4x cultivated potato. Euphytica, Wageningen, 53:1-9, 1991.
14. DE JONG, H. & TAI, G.C.C. Analysis of tetraploid - diploid hybrids in cultivated potatoes. Potato Research, Wageningen, 20:111-21, 1977.
15. —————; —————; RUSSELL, W.A.; JOHNSTON, G.R. & PROUD-FOOT, K.G. Yield potential and genotype-environment interactions of tetraploid-diploid (4x - 2x) potato hybrids. American Potato Journal, Orono, 58:191-9, 1981.

16. DE MOL, W.E. The originating of diploid and tetraploid pollen grains in Due van Thol Tulips (*Tulipa suaveolens*) dependent on the method of culture applied. *Genética*, The Hague, 11:119-212, 1929.
17. DEN NIJS, T.P.M. & PELOQUIN, S.J. 2n gametes in potato species and their function in sexual polyploidization. *Euphytica*, Wageningen, 26:585-600, 1977a.
18. ——— & ———. Polyploid evolution via 2n gametes. *American Potato Journal*, Orono, 54:377-86, 1977b.
19. DUNBIER, M.W. & BINGHAM, E.T. Maximum Heterozigosity in Alfalfa: Results Using Haploid-derived Autotetraploids. *Crop Science*, Madison, 15:527-31, 1975.
20. EDMUNDSON, W.C. Comparison of Katahdin potato pollen produced in the field and in the greenhouse. *American Potato Journal*, Orono, 19:12-5, 1942.
21. GOTISCHALK, W. The Origin of the Potato - An Open Problem. *The Nucleus*, Boston, 27(1,2):37-44, 1984.

22. HANNEMAN, R.E. & PELOQUIN, S.J. Genetic-cytoplasmic Male Sterility in Progeny of 4x - 2x Crosses in Cultivated Potatoes. *Theoretical and Applied Genetics*, Vienna, 59:53-5, 1981.
23. HAYNES, K.G. Covariances between Diploid Parent and Tetraploid Offspring in Tetraploid x Diploid Crosses of *Solanum tuberosum* L. *The Journal of Heredity*, Baltimore, 81(3): 208-10, 1990.
24. ———; HAYNES, F.L. & SWALLOW, W.H. Variability of Flowering and Pollen Production in Diploid Potatoes Under High Temperatures. *American Potato Journal*, Orono, 64:35-40, 1987.
25. 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.
26. ———. Significance of wild species and primitive forms for potato breeding. *Euphytica*, Wageningen, 7:257-70, 1958.
27. HERMSEN, J.G.Th. & BERDENIUS, J. Selection from *Solanum tuberosum* induction with homozygosity for embryo spot. *Euphytica*, Wageningen, 22:244-59, 1973.

28. HERMUNDSTAD, S.A. & PELOQUIN, S.J. Germplasm, enhancement with potato haploids. *The Journal of Heredity*, Baltimore, 76:463-7, 1985a.
29. ——— & ———. Male Fertility and 2n Pollen Production in Haploid-Wild Species Hybrids. *American Potato Journal*, Orono, 62:479-87, 1985b.
30. HERRIOTT, A.B.; HAYNES JR., F.L. & SHOEMAKER, P.B. The Heritability of Resistance to Early Blight in Diploid Potatoes (*Solanum tuberosum*, Subsp. *phureja* and *stenotomum*). *American Potato Journal*, Orono, 63:229-32, 1986.
31. HILALI, A.; LAUER, F.I. & VEILLEUX, R.E. Reciprocal Differences Between Hybrids of *Solanum tuberosum* Groups Tuberosum (Haploid) and Phureja. *Euphytica*, Wageningen, 36: 631-9, 1987.
32. HOOPES, R.W. & PLAISTED, R.L. Potato. In: FEHR, W.R., ed. *Principles of cultivar development, Crop Species*. New York, MacMillan Pub. Co., 1987. v.2, p.385-436.
33. HOUGAS, R.W. & PELOQUIN, S.J. The Potential of Potato Haploids in Breeding and Genetic Research. *American Potato Journal*, Orono, 35:701-7, 1958.

34. HOUGAS, R.W.; PELOQUIN, S.J. & GABERT, A.C. Effect of Seed-Parent and Pollinator on Frequency of Haploids in *Solanum tuberosum*. *Crop Science*, Madison, 4:593-5, 1964.
35. HOWARD, H.W. *Genetics of the potato*. New York, Springer-Verlag, 1970. p.111.
36. IWANAGA, M. Discovery of a synaptic mutant in potato haploids and its usefulness for potato breeding. *Theoretical and Applied Genetics*, Vienna, 68:87-93, 1984.
37. ——— & PELOQUIN, S.J. Origin and Evolution of Cultivated Tetraploid Potatoes via $2n$ Gametes. *Theoretical and Applied Genetics*, Vienna, 61:161-9, 1982.
38. ——— & ———. Synaptic mutant affecting only megasporogenesis in potatoes. *The Journal of Heredity*, Baltimore, 70:385-9, 1979.
39. ——— & SCHMIEDICHE, P. Uso de especies silvestres para mejorar los cultivares de Papa. *CIP Circular*, 17(2):1-7, 1989.

40. JACOBSEN, E. & SOPORY, S.K. The Influence and Possible Recombination of Genotypes on the Production of Microspore Embryoids in Anther Cultures of *Solanum tuberosum* and Dihaploid Hybrids. *Theoretical and Applied Genetics*, Vienna, 52:119-23, 1978.
41. JOHNSTON, S.A.; RUHDE, R.W.; EHLENFELDT, M.K. & HANNEMAN JR., R.E. Inheritance and microsporogenesis of a synaptic mutant (sy-2) from *Solanum commersonii* Dun. *Canadian Journal of Genetics Cytology, Ontario*, 28:520-4, 1986.
42. KARP, A.; NELSON, R.S.; THOMAS, E. & BRIGHT, S.W.J. Chromosome Variation in Protoplast-derived Potato Plants. *Theoretical and Applied Genetics*, Vienna, 63:265-72, 1982.
43. KIDANE-MARIAM, H.M. & PELOQUIN, S.J. The effect of direction of hybridization (4x X 2x vs. 2x X 4x) on yield of cultivated potatoes. *American Potato Journal*, Orono, 51:330-41, 1974.
44. LEUE, E.F. & PELOQUIN, S.J. Selection for 2n Gametes and Tuberization in *Solanum chacoense*. *American Potato Journal*, Orono, 57:189-95, 1980.

45. LUNDEN, A.P. Some more evidence of autotetraploid inheritance in the potato (*Solanum tuberosum*). *Euphytica*, Wageningen, 9:225-34, 1960.
46. MCCOY, T.J. The inheritance of 2n pollen formation in diploid Alfafa *Medicago sativa*. *Canadian Journal of Genetics Cytology*, Ontario, 24:315-23, 1982.
47. MCHALE, N.A. Environmental induction of frequency 2n pollen in diploid *Solanum*. *Canadian Journal of Genetic Cytology*, Ontario, 25:609-15, 1983.
48. ——— & LAUER, F.I. Breeding Value of 2n Pollen Diploid from Hybrids and Phureja in 4x-2x Crosses in Potatoes. *American Potato Journal*, Orono, 58:365-74, 1981.
49. MACKENZIE, D.R.; MILLS, W.R. & WATTS, J.O. Predicting yield and processing quality of potato breeding selections. *American Potato Journal*, Orono, 53:87-98, 1976.
50. MARIS, B. Comparison of diploid and tetraploid potato families derived from *Solanum phureja* x dihaploid *S. tuberosum* hybrids and their vegetatively doubled counterparts. *Euphytica*, Wageningen, 46:15-33, 1990.

51. MARTINS, P.R. & PINTO, C.A.B.P. Indução de Florescimento e Pegamento de Frutos em Polinizações Artificiais em Batata. 1991. (Comunicação Pessoal).
52. MENDIBURU, A.O. & PELOQUIN, S.J. Bilateral Sexual Polyploidization in Potatoes. *Euphytica*, Wageningen, 26:573-83, 1977a.
53. ——— & ———. High yielding tetraploids from $4x \times 2x$ and $2x \times 2x$ matings. *American Potato Journal*, Orono, 48:300-01, 1971.
54. ——— & ———. The significance of $2n$ Gametes in Potato Breeding. *Theoretical and Applied Genetics*, Vienna, 49:53-61, 1977b.
55. MENDOZA, H.A. Population breeding as a tool for germplasm enhancement. *American Potato Journal*, Orono, 66:639-53, 1989.
56. ——— & HAYNES, F.L. Genetic Basis of Heterosis for Yield in the Autotetraploid Potato. *Theoretical and Applied Genetics*, Vienna, 45:21-5, 1974.

57. MENDOZA, H.A. & HAYNES, F.L. Some aspects of breeding and inbreeding in potatoes. *American Potato Journal*, Orono, 50:217-22, 1973.
58. MILLER, J.C. The effect of length of dormant period upon the subsequent flowering of the potato plant. *American Potato Journal*, Orono, 13:141-4, 1936.
59. MOK, D.W.S. & PELOQUIN, S.J. Breeding Value of $2n$ Pollen (Diplandroids) in Tetraploid x Diploid Crosses in Potato. *Theoretical and Applied Genetics*, Vienna, 46:307-14, 1975a.
60. ——— & ———. The inheritance of Three Mechanisms of Diplandroid ($2n$ Pollen) Formation in Diploid Potatoes. *Heredity*, Edinburgh, 35(3):295-302, 1975b.
61. 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, 48:159-66, 1990.
62. OKWUAGWU, C.D. & PELOQUIN, S.J. A method of transferring the intact parental genotype in the off spring via meiotic mutante. *American Potato Journal*, Orono, 58:512-3, 1981.

63. ORJEDA, G.; FREYRE, R. & IWANAGA, M. Production of $2n$ Pollen in Diploid *Ipomoea trifida*, a Putative Wild Ancestor of Sweet Potato. *Journal of Heredity*, Washington, 81(6):462-7, 1990.
64. ORTIZ, R.; IWANAGA, M. & MENDOZA, H.A. Combining ability and parental effects in $4x-2x$ crosses for potato breeding. *Potato Research*, Wageningen, 31:643-50, 1988.
65. ——— & PELOQUIN, S.J. Breeding for $2n$ Egg Production in Haploid x Species $2x$ Potato Hybrids. *American Potato Journal*, Orono, 68:691-703, 1991.
66. PELOQUIN, S.J. Breeding Methods for Achieving Phenotypic Uniformity. In: ———. *Production of Potatoes from True Seed*. Philippines, International Potato Center, 1979. p.151-5.
67. ———. Chromosomal and cytoplasmic manipulations. In: FREY, K.J. *Plant Breeding Symposium*. 2.nd, Iowa State University, Iowa State University Press, 1981. p.117-37.
68. ———. 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.32-4.

69. PELOQUIN, S.J.; JANSKY, S.H. & YERK, G.L. Potato cytogenetics and germplasm utilization. *American Potato Journal*, Orono, 66:629-38, 1989.
70. PLAISTED, R.L.; SANFORD, L.; FEDERER, W.T.; KEHR, A.E. & PETERSON, L.C. Specific and general combining ability for yield in potatoes. *American Potato Journal*, Orono, 39: 185-97, 1962.
71. QUINN, A.A.; MOK, D.W.S. & PELOQUIN, S.J. Distribution and significance of diplandroids among the diploid *Solanums*. *American Potato Journal*. Orono, 51:16-21, 1974.
72. ——— & PELOQUIN, S.J. Use of Experimental Tetraploids in Potato Breeding. *American Potato Journal*, Orono, 50:415-20, 1973.
73. RAMANNA, M.S. First Division Restitution Gametes Through Fertile Desynaptic Mutants of Potato. *Euphytica*, Wageningen, 32:337-50, 1983.
74. ———. The Origin of Unreduced Microspores Due to Aberrant Cytokinesis in the Meicytes of Potato and its Genetic Significance. *Euphytica*, Wageningen, 23:20-30, 1974.

75. RAMANNA, M.S. A re-examination of the mechanisms of 2n gamete formation in potato and its implications for breeding. *Euphytica*, Wageningen, 28:537-61, 1979.
76. RAMULU, K.S.; DIJKHUIS, P. & ROEST, S. Genetic instability in protoclones of potato (*Solanum tuberosum* L. cv. "Bintje"): new types of variation after vegetative propagation. *Theoretical and Applied Genetics*, Vienna, 68:515-9, 1984.
77. —————; ————— & —————. Phenotypic variation and ploidy level of plants regenerated from protoplasts of tetraploid potato (*Solanum tuberosum* L. cv. "Bintje"). *Theoretical and Applied Genetics*, Vienna, 65:329-38, 1983.
78. RAO, S.V. & RAO, B.G.S. Studies on the crossability relationships of some spinous *Solanums*. *Theoretical and Applied Genetics*, Vienna, 67:419-26, 1984.
79. ROWE, P.R. Performance of diploid and vegetatively doubled clones of Phureja-Haploid Tuberosum Hybrids. *American Potato Journal*, Orono, 44:195-203, 1967.

80. SALA, C.A.; CAMADRO, E.L.; SALABERRY, M.T. & MENDIBURU, A.O. Cytological mechanism of $2n$ pollen formation and unilateral sexual polyploidization in *Lolium*. *Euphytica*, Wageningen, 43:1-6, 1989.
81. SIMMONDS, N.W. Potatoes. In: ——. *Evolution of Crop Plants*. London, Longman, 1979. p.279-83.
82. SIMON, C.J. & SANFORD, J.C. Separation of $2n$ Potato Pollen from a Heterogeneous Pollen Mixture by Velocity Sedimentation. *HortScience*, Virginia, 25(3):342-4, 1990.
83. SIMON, P.W. & PELOQUIN, S.J. Pollen vigor as a function of mode of $2n$ gamete formation in potatoes. *The Journal of Heredity*, Baltimore, 67:204-8, 1976.
84. SOUTER, E.W.; DAWE, J.C. & PELOQUIN, S.J. $2n$ Pollen Formation Via Parallel Spindles in the Potato Cultivar Sebago. *American Potato Journal*, Orono, 57:449-55, 1980.
85. STELLY, D.M. & PELOQUIN, S.J. Diploid female gametophyte formation in 24 -chromosome potatoes: genetic evidence for the prevalence of the second meiotic division restitution mode. *Canadian Journal of Genetics Cytology*, Ontario, 28:101-8, 1986.

86. TAI, G.C.C. & DE JONG, H. Multivariate analyses of potato hybrids. I. Discrimination between Tetraploid-Diploid Hybrid Families and their relationship to cultivars. *Canadian Journal of Genetics Cytology, Ontario*, 22:227-35, 1980.
87. TAYLOR, L.M. Variation Patterns of Parthenogenetic Plants Derived from "Unreduced" Embryo-Sacs of *Solanum tuberosum* Subspecies *andigena* (Juz. et Buk.) Hawkes. *Theoretical and Applied Genetics, Vienna*, 52:241-9, 1978.
88. UGENT, D. The Potato: What is the botanical origin of this important crop plant, and how did it first become domesticated? *Science, Washington*, 170(3963):1161-6, 1970.
89. VEILLEUX, R.E.; BOOZE-DANIELS, J. & PEHU, E. Anther culture of a 2n pollen producing clone of *Solanum phureja* Juz. & Buk. *Canadian Journal of Genetics Cytology, Ontario*, 27:559-64, 1985.
90. ——— & LAUER, F.I. Breeding behavior of yield components and hollow heart in tetraploid-diploid vs. conventionally derived potato hybrids. *Euphytica, Wageningen*, 30:547-61, 1981a.

91. VEILLEUX, R.E. & LAUER, F.I. Variation for 2n Pollen Production in Clones of *Solanum phureja* Juz. and Buk. *Theoretical and Applied Genetics*, Vienna, 59:95-100, 1981b.
92. ———; MCHALE, N.A. & LAUER, F.I. 2n gametes in diploid *Solanum*: Frequency and types of spindle abnormalities. *Canadian Journal of Genetics Cytology*, Ontario, 24:301-14, 1982.
93. VORSA, N. & BINGHAM, E.T. Cytology of 2n pollen formation in diploid alfafa, *Medicago sativa*. *Canadian Journal of Genetics Cytology*, Ontario, 21:525-30, 1979.
94. WATANABE, K.; PELOQUIN, S.J. & ENDO, M. Genetic significance of mode of polyploidization: somatic doubling or 2n gametes? *Genome*, Ottawa, 34:28-34, 1991.
95. WERNER, J.E. & PELOQUIN, S.J. Frequency and mechanisms of 2n egg formation in Haploid Tuberosum-Wild Species F₁ Hybrids. *American Potato Journal*, Orono, 64:641-54, 1987.
96. ——— & ———. Inheritance and Two Mechanisms of 2n Egg Formation in 2x Potatoes. *Journal of Heredity*, Washington, 81(5):371-4, 1990.

97. WERNER, J.E. & PELOQUIN, S.J. Potato haploid performance in 2x X 4x crosses. *American Potato Journal*, Orono, 68:801-11, 1991.
98. YEH, B.P.; PELOQUIN, S.J. & HOUGAS, R.W. Meiosis in *Solanum tuberosum* haploid and haploid-haploid F₁ hybrids. *Canadian Journal of Genetics Cytology*, Ontario, 6:393-402, 1964.
99. YERK, G.L. & PELOQUIN, S.J. Comparison of 2n and Non-2n Pollen-Producing Haploid x Wild Species Hybrids in Potato. *The Journal of Heredity*, Baltimore, 80(6):468-71, 1989a.
100. ——— & ———. Evaluation of tuber traits of 10,2x (2 EBN) wild species through haploid x wild species hybrids. *American Potato Journal*, Orono, 66:731-9, 1989b.
101. ——— & ———. Performance of haploid x wild species, 2x hybrids (involving five newly evaluated species) in 4x X 2x families. *American Potato Journal*, Orono, 67:405-17, 1990a.

102. 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, 30:943-6, 1990b.
103. YOUNG, W.J. The formation and degeneration of germ cells in the potato. *American Potato Journal*, Orono, 10:325-35, 1923.