

MARCIO HENRIQUE PEREIRA BARBOSA

CAPACIDADE COMBINATÓRIA E COMPARAÇÃO ENTRE
CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DE CLONES DE BATATA
(*Solanum tuberosum* L.)

Tese apresentada à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências do Curso de
Agronomia, área de concentração em Fitotecnia,
para obtenção do título de "Doutor".

Orientador

Prof. CÉSAR AUGUSTO BRASIL PEREIRA PINTO

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1996

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e
Catalogação da Biblioteca Central da UFLA

Barbosa, Márcio Henrique Pereira
Capacidade combinatória e comparação entre cri-
térios de seleção de clones de batata (*Solanum tu-
berosum* L.) / Márcio Henrique Pereira Barbosa.--Lavras : UFLA, 1996.
141 p. : il.

Orientador: César Augusto Brasil Pereira Pinto.
Tese (Doutorado) - UFLA.
Bibliografia.

1. Batata - índice de seleção. 2. Cruzamento dialélico. 3. Melhoramento genético. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título

CDD-633.4913

MÁRCIO HENRIQUE PEREIRA BARBOSA

CAPACIDADE COMBINATÓRIA E COMPARAÇÃO ENTRE
CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DE CLONES DE
BATATA (*Solanum tuberosum* L.)

Tese apresentada à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências do Curso de
Agronomia, área de concentração em Fitotecnia,
para obtenção do título de "Doutor".

APROVADA em 15 de fevereiro de 1996



Prof. Magno Antônio Patto Ramalho



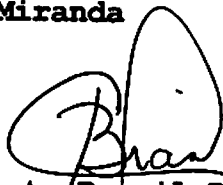
Prof. Wilson Roberto Maluf



Dr. João Eustáquio Cabral de Miranda



Dr. Ossami Furumoto



Prof. César Augusto Brasil Pereira Pinto
(Orientador)

A minha esposa, Maria da Glória

Ao meu filho, Caio

Aos meus pais, Neusa e Sebastião

Aos meus irmãos, Cristina e Luís Cláudio

Aos demais familiares

OFEREÇO

Aos meus avós paternos

Florípes e Benedito (in memoriam)

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo;

A Universidade Federal de Lavras, pela formação profissional;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão da bolsa de estudo;

A Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, pelo apoio na condução de parte dos ensaios;

A família Ashidani, pela prestatividade na instalação de parte dos ensaios;

Ao professor César Augusto Brasil Pereira Pinto, pela valiosa orientação, ensinamentos e preciosa amizade;

Aos professores Magno Antônio Patto Ramalho e Wilson Roberto Maluf, pela amizade, conhecimentos transmitidos e apoio sempre disponível;

Aos pesquisadores João Eustáquio Cabral de Miranda e Ossami Furumoto pelas importantes sugestões apresentadas para enriquecimento deste trabalho;

Ao professor Daniel Furtado Ferreira, pela amizade e sugestões para a realização das análises estatísticas;

Aos amigos que trabalham e trabalharam no programa de melhoramento da batata da UFLA, Paulo Martins, Pedro, Eidy, Cláudio, João Cândido, Eduardo Bearzoti, Valéria Momenté, Otoniel,

Eduardo Andrade, Ceará, Ronam Gualberto, Marcos e Eduardo , pela amizade e contribuição na condução dos ensaios;

Aos pesquisadores, Ângela de Fátima Abreu e Samuel Pereira de Carvalho, pela amizade;

Aos colegas do curso de pós-graduação, pelo convívio e amizade;

Aos funcionários do Departamento de Biologia, pela colaboração;

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

SUMÁRIO

	página
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	xii
SUMMARY	xiv
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 A produção e demanda por novas cultivares de batata no Brasil	3
2.2 Fatores relacionados com a produção e qualidade da batata	5
2.3 Considerações gerais sobre o melhoramento genético da batata	8
2.4 Seleção clonal para caracteres de produção e qualidade de tubérculos de batata no Brasil	10
2.5 Cruzamentos dialélicos	13
2.6 Modelo genético para autotetraplóides	20
2.7 Capacidade de combinação e exploração da heterose em batata	23
2.8 Seleção de clones para múltiplas características	30
3 MATERIAL E MÉTODOS	36
3.1 Material	36

	vi
3.2 Multiplicação dos clones	37
3.3 Condução dos experimentos	37
3.3.1 Ensaio de Madre de Deus	38
3.3.2 Ensaio de Lavras	38
3.4 Características avaliadas	40
3.4.1 Em ambos ensaios	40
3.4.2 No ensaio de Lavras	41
3.5 Metodologias estatísticas	41
3.5.1 Análise de variância	41
3.5.1.1 Ensaio de Madre de Deus	41
3.5.1.2 Ensaio de Lavras	42
3.5.2 Análise dialélica	43
3.5.3 Análise conjunta	44
3.5.4 Estimativas de parâmetros genéticos e estatísticos ..	46
3.5.4.1 Herdabilidade	46
3.5.4.2 Ganhos por seleção	46
3.5.4.3 Coeficientes de variação genético e ambiental	47
3.5.4.4 Coeficientes de correlação	48
3.5.5 Índice de seleção	51
3.5.5.1 Seleção de uma característica	51
3.5.5.2 Seleção de múltiplas características	52
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
4.1 Análise dialélica	55
4.1.1 Ensaio de Madre de Deus	55
4.1.2 Ensaio de Lavras	68
4.1.3 Análise conjunta	85

	vii
4.2 Análise de trilha e resposta correlacionada à seleção .	91
4.3 Comparação entre critérios de seleção de múltiplas características	102
4.4 Considerações gerais	113
5 CONCLUSÕES	116
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117
ANEXOS	138

LISTA DE TABELAS

Tabela		página
1	Coeficientes dos componentes de variância genética assumindo herança dissômica e tetrassômica expressos em função da covariância entre famílias de meios irmãos ($C\hat{\sigma}_{v_{HI}}$), irmãos completos ($C\hat{\sigma}_{v_{IG}}$), pais e filhos ($C\hat{\sigma}_{v_{PF}}$) e variâncias devido a capacidade geral de combinação ($\hat{\sigma}_{CGC}^2$) e capacidade específica de combinação ($\hat{\sigma}_{CEC}^2$)	23
2	Procedimento para se obter as estimativas dos produtos médios	49
3	Esperança dos quadrados médios e produtos médios	49
4	Resumo das análises de variância e estimativas de parâmetros genéticos para caracteres de produção e densidade de tubérculos. Madre de Deus-MG, 1995	56
5	Médias dos pais e testemunhas para caracteres de produção e densidade de tubérculos. Madre de Deus-MG, 1995	57
6	Médias dos híbridos para caracteres de produção e densidade de tubérculos. Madre de Deus-MG, 1995	59
7	Resumo das análises dialélica para caracteres de produção e densidade de tubérculos. Madre de Deus-MG, 1995	60
8	Estimativas de capacidade geral de combinação dos pais para caracteres de produção e densidade de tubérculos. Madre de Deus-MG, 1995	63

9	Estimativas de capacidade específica de combinação dos híbridos para caracteres de produção e densidade de tubérculos. Madre de Deus-MG, 1995	65
10	Correlações entre a média dos pais e os efeitos de CGC, entre a média da família e o valor médio dos pais e entre a média da família e a média estimada conforme o modelo $\hat{y}_{ij} = \bar{m} + \hat{\theta}_i + \hat{\theta}_j$. Madre de Deus-MG, 1995	67
11	Resumo das análises de variância e estimativas de parâmetros genéticos para caracteres de produção. Lavras-MG, 1995	69
12	Resumo das análises de variância e estimativas de parâmetros genéticos para caracteres qualitativos de tubérculos, vigor de plantas e ciclo vegetativo. Lavras-MG, 1995	70
13	Médias dos pais e testemunhas para caracteres de produção. Lavras-MG, 1995	71
14	Médias dos pais e testemunhas para caracteres qualitativos de tubérculos, vigor de plantas e ciclo vegetativo. Lavras-MG, 1995	72
15	Médias dos híbridos para caracteres de produção. Lavras-MG, 1995	73
16	Médias dos híbridos para caracteres qualitativos de tubérculos, vigor de plantas e ciclo vegetativo. Lavras-MG, 1995	74
17	Resumo das análises dialélica para caracteres de produção. Lavras-MG, 1995	75
18	Resumo das análises dialélica para caracteres qualitativos de tubérculos, vigor de plantas e ciclo vegetativo. Lavras-MG, 1995	76
19	Correlações entre a média dos pais e os efeitos de CGC, entre a média da família e o valor médio dos pais e entre a média da família e a média estimada conforme o modelo $\hat{y}_{ij} = \bar{m} + \hat{\theta}_i + \hat{\theta}_j$. Lavras-MG, 1995	78
20	Estimativas de capacidade geral de combinação dos pais para caracteres de produção. Lavras-MG, 1995	80

21	Estimativas de capacidade geral de combinação dos pais para caracteres qualitativos de tubérculos, vigor de plantas e ciclo vegetativo. Lavras-MG, 1995	80
22	Estimativas de capacidade específica de combinação dos híbridos para caracteres de produção. Lavras-MG, 1995	81
23	Estimativas de capacidade específica de combinação dos híbridos para caracteres qualitativos de tubérculos, vigor de plantas e ciclo vegetativo. Lavras-MG, 1995	82
24	Resumo das análises dialélica conjunta para caracteres de produção e densidade de tubérculos. Madre de Deus e Lavras-MG, 1995 ...	86
25	Correlações entre as médias de famílias e entre as estimativas de capacidade geral e específica de combinação dos locais. Madre de Deus e Lavras-MG, 1995	88
26	Estimativas de capacidade geral de combinação dos pais para caracteres de produção e densidade de tubérculos. Madre de Deus e Lavras-MG, 1995	90
27	Médias dos híbridos para caracteres de produção e densidade de tubérculos. Madre de Deus e Lavras-MG, 1995	92
28	Correlações entre a média dos pais e os efeito de CGC, entre a média da família e o valor médio dos pais e entre a média da família e a média estimada conforme o modelo $\hat{y}_{ij} = \bar{m} + \theta_i + \theta_j$. Madre de Deus e Lavras-MG, 1995	93
29	Médias dos pais para caracteres de produção e densidade de tubérculos. Madre de Deus e Lavras-MG, 1995	93
30	Estimativas de capacidade específica de combinação dos híbridos para caracteres de produção e densidade de tubérculos. Madre de Deus e Lavras- MG. 1995	94
31	Matriz de correlações fenotípicas. Lavras-MG, 1995	96
32	Matriz de correlações genotípicas. Lavras-MG, 1995	96

33	Efeitos diretos (diagonal) e indiretos das características da coluna (X) via coluna (Y) sobre a produção total de tubérculos por planta (g). Lavras-MG, 1995	98
34	Estimativas do ganho por seleção em produção de tubérculos por planta (g/pl) e eficiência relativa (%) da seleção indireta via número e peso médio de tubérculos graúdos. Lavras-MG, 1995	102
35	Estimativas de herdabilidade (h^2), ganhos percentuais com seleção (Gs%) e média dos clones selecionados (\bar{x}_s) para os caracteres aparência geral de tubérculos (ap.tub.), densidade de tubérculos (dens.), produção total de tubérculos por planta em gramas (prd./pl) e porcentagem da produção total de tubérculos graúdos (diâmetro > 45mm) obtidas pela seleção direta e indireta de 3,18; 10 e 20% de 817 clones de batata. Lavras-MG, 1995	105
36	Estimativas de ganhos percentuais com a seleção (Gs%) de 3,18%; 10% e 20% de 817 clones de batata para quatro caracteres. Lavras-MG, 1995.	111
37	Porcentagem de clones coincidentes selecionados em cada par de critério de seleção utilizado onde acima da diagonal tem-se os valores correspondentes à seleção de 10% dos clones e abaixo, 20%. Lavras-MG, 1995.	113

RESUMO

BARBOSA, Márcio Henrique Pereira. Capacidade combinatória e comparação entre critérios de seleção de clones de batata (*Solanum tuberosum* L.). Lavras: UFLA, 1995. 143p. (Tese - Doutorado em Agronomia, Fitotecnia)¹

Sete cultivares de batata introduzidas com boas características qualitativas de tubérculos foram cruzadas em esquema dialélico parcial com seis cultivares nacionais com boa adaptação e resistência à importantes doenças para as condições brasileiras. Os ensaios foram instalados em Madre de Deus-MG e Lavras-MG, no delineamento de blocos casualizados e blocos aumentados, respectivamente. Em Madre de Deus utilizaram-se 57 tratamentos sendo, 13 pais, 42 populações híbridas e duas testemunhas, Achat e Baraka. Em Lavras avaliaram-se 817 clones mais 13 pais e as cultivares, Achat e Baraka. Empregaram-se tubérculos de terceira geração clonal para plantio em Madre de Deus e quarta geração em Lavras. As variáveis analisadas em ambos os locais foram, densidade relativa de tubérculos, produção total e comercial de tubérculos (g), peso médio de tubérculos graúdos (diâmetro

¹ Orientador: Prof. Dr. César Augusto Brasil Pereira Pinto. Membros da banca: Prof. Dr. Magno Antônio Patto Ramalho, Prof. Dr. Wilson Roberto Maluf, Pesq. Dr. João Eustáquio Cabral de Miranda e Pesq. Dr. Ossami Furumoto.

>45mm) e médios (23<diâmetro<45mm) e número de tubérculos graúdos e médios por planta. Em Lavras avaliaram-se também a aparência geral de tubérculos (notas de 1 a 9), vigor de plantas (notas de 1 a 9), ciclo vegetativo, índice de formato de tubérculos expresso pela relação entre comprimento/largura e diâmetro-transversal-menor/diâmetro-transversal-maior. Pelos resultados das análises individuais e conjunta a capacidade geral de combinação (CGC) foi a causa de variação predominante entre famílias para produção total e comercial por planta, número de tubérculos médios por planta e densidade de tubérculos. Em Lavras os efeitos aditivos foram também mais importantes para as variáveis formato de tubérculos, ciclo vegetativo e vigor de plantas. Para as demais variáveis as contribuições relativas das causas de variação, CGC e capacidade específica de combinação (CEC), foram semelhantes. As cultivares Baronesa, Monalisa e Mantiqueira destacaram-se pela estabilidade da CGC para caracteres de produção nos dois locais e as famílias Baronesa x Monalisa e Mantiqueira x Atlantic pelo elevado potencial produtivo e boa associação alélica como reflexo da CEC. Pelo emprego de alguns índices de seleção foi possível obter uma melhor distribuição percentual dos ganhos para os caracteres sob seleção mostrando o potencial de seu uso em programas de melhoramento de batata.

SUMMARY

COMBINING ABILITY AND COMPARISON OF SELECTION CRITERIA OF POTATO CLONES (*Solanum tuberosum* L.)

Seven introduced potato cultivars with good tuber quality traits were crossed with six national potato cultivars adapted and resistant to diseases. The trials were conducted in Madre de Deus and Lavras counties, state of Minas Gerais, Brazil, employing randomized complete blocks and augmented block designs, respectively. The fifty seven treatments tested in Madre de Deus consisted of thirteen parents, forty two clonal families and two checks, cultivars Achat and Baraka. In Lavras, 817 experimental clones were evaluated along with thirteen parents and two common treatments, Achat and Baraka. Clones of third and fourth generations were used in Madre de Deus and Lavras, respectively. In both trials families or clones were evaluated for: specific gravity, total and marketable tuber yield per plant, mean weight of medium (23<diámetro<45mm) and large (diámetro>45mm) tubers and mean numbers of medium and large tubers per plant. In Lavras we also evaluated general tuber appearance (grades 1 to 9), plant vigour (grades 1 to 9), vegetative cycle and shape of tubers by length/width and small width/large width ratios. The results of

individual and joint analyses showed that general combining ability (GCA) was the principal component of variation among families for total and marketable tuber yield per plant, mean number of tubers per plant and specific gravity. In Lavras, the additive effect was also important for tubers shape, vegetative cycle and plant vigour. For the other variables the relative contributions of variations of GCA and specific combining ability (SCA) were similar. Cultivars Baronesa, Mantiqueira and Monalisa had better stability for GCA for yield traits in both sites and the families Baronesa x Monalisa and Mantiqueira x Atlantic had better performance due to yield potential and good association of alleles as indicated by the SCA effects. Use of selection indices improved the distribution of genetic gains of important characters showing their potential in potato breeding programs.

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de batata no Brasil vem se desenvolvendo por meio da utilização de cultivares importadas, principalmente da Alemanha e Holanda (Drummond, 1985; Curcio, 1993). Agronomicamente, essas cultivares nem sempre conseguem proporcionar sob as condições brasileiras, todo potencial produtivo que apresentam em seus países de origem, seja por falta de melhor adaptação edafoclimática, seja por problemas fitopatológicos (Cardoso e Guglielmelli Filho, 1982). Por conseguinte, trabalhos de melhoramento para obtenção de novas cultivares adaptadas às condições nacionais são necessários.

Uma parcela importante do melhoramento é representada pela hibridação permitindo a recombinação da variabilidade existente, para a produção de novos genótipos que posteriormente serão selecionados para as diversas finalidades. Entretanto, diante do grande número de materiais disponíveis, a escolha dos pais para um programa de melhoramento é frequentemente um problema para os melhoristas (Ramalho, 1989). O desenvolvimento da genética quantitativa tem proporcionado métodos os quais têm resolvido estes e outros problemas aplicados (Killick, 1977). O cruzamento dialélico é uma técnica que auxilia na escolha de progenitores com base nos seus valores genéticos e principalmente considerando a capacidade de se combinarem em híbridos que produzam populações

segregantes promissoras, traduzindo numa maior eficiência do programa de seleção. Entretanto é necessário, inicialmente, escolher os pais para a realização dos cruzamentos. Usualmente os melhoristas de batata têm procurado cruzar materiais não aparentados (Bradshaw e Mackay, 1994) e que se complementem em relação às características de importância agronômica. No presente trabalho procurou-se associar as melhores características qualitativas dos materiais introduzidos com a melhor adaptação ambiental e resistência a determinadas doenças das cultivares nacionais.

Outros métodos auxiliares do melhoramento genético que têm se tornado bastante disponíveis devido as facilidades atuais da informática são as técnicas multivariadas, como os índices de seleção. Essa técnica tem mostrado ser bastante eficiente pelo fato de possibilitar que a seleção seja feita com base num complexo de variáveis, visto que a superioridade de uma cultivar de batata é reflexo do nível de expressão de importantes características varietais.

Este estudo teve como objetivos avaliar o potencial genético e a capacidade de combinação entre grupos de cultivares nacionais e importadas e comparar critérios de seleção para a identificação de clones superiores potencialmente capazes de se tornarem novas cultivares.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A produção e demanda por novas cultivares de batata no Brasil

A batata é uma das mais importantes hortaliças cultivadas no Brasil, respondendo por aproximadamente 30% da área destinada ao cultivo e produção de hortaliças (Anuário...1993). Analisando-se o período de 1971 a 1993 verifica-se que a área média cultivada com a cultura de batata no Brasil, na década de 70, foi de 197.450 hectares com produtividade de 9 t/ha e na década de 80 diminuiu de forma generalizada no país para 167.558 hectares com produtividade média de 12,5 t/ha. Isso evidencia a contribuição da produtividade para o aumento da produção nacional de 108%, no período de 1971-80 e de 161% no período de 1981-90, sendo que o aumento médio da produtividade entre as duas décadas foi de 38,6% (Camargo Filho et al., 1993). Nos últimos anos a produtividade média foi de 14 t/ha (Anuário...1993), o que é bastante inferior se comparada às produtividades de outros países como a dos Estados Unidos, Reino Unido e Países Baixos (Bittencourt et al., 1985). Isto se deve ao nível de tecnologia empregada na bataticultura nacional. Em menor parte, há a exploração conduzida a nível empresarial com grandes áreas cultivadas e elevadas produtividades, entretanto a maior parte da produção de batata no país é oriunda de pequenos cultivos

caracterizando-se pela pouca utilização de insumos agrícolas e como consequência menor produtividade.

Os principais estados produtores são o Paraná, Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul com 28%, 24%, 23% e 15% da produção nacional respectivamente (Encontro...1994). A produção de batata para consumo no Brasil é feita numa sucessão de safras, o que permite o abastecimento do mercado durante todo o ano (Curcio, 1993). Nos principais estados produtores a maior safra tem ocorrido nos meses de dezembro a março com a chamada "batata das águas", representando 55,17% do total produzido. Em seguida tem-se a safra "da seca", colheita de abril a julho com 32,05% da produção nacional e safra de inverno onde a colheita nos estados de Minas Gerais e São Paulo ocorre entre agosto a outubro com 12,77% da produção nacional (Encontro...1994).

O cultivo de batata no país, embora bastante expressivo tanto em área plantada quanto em volume de produção, enfrenta uma série de dificuldades (Camargo Filho e Oliveira, 1993). Entre elas, a frequente utilização de cultivares importadas pouco adaptadas aos sistemas de produção nacional, ocupando cerca de 70% da área cultivada (Buso, 1990). Essas cultivares por sua vez, quando utilizadas no Brasil, mostram-se extremamente sensíveis a uma ou várias doenças causadas por fungos, bactérias ou vírus e também aos danos causados por nematóides e insetos necessitando desta forma de intenso controle fitossanitário que onera significativamente o custo final de produção. Contudo, isto é de se esperar, sabendo-se que esses materiais foram desenvolvidos para

produzirem em condições de climas temperados. Além disso, a maciça utilização de cultivares importadas poderia redundar em futuros pagamentos de royalties, agravando-se portanto a problemática de falta de cultivares nacionais capazes de competir com as importadas.

Neste contexto, ainda não são muitos os programas de melhoramento genético visando obter novas cultivares de batata com resistência a doenças e pragas e mais adaptadas às condições edafoclimáticas brasileiras. De acordo com Buso (1990), o número de programas em atividade e melhoristas envolvidos, tem-se modificado pouco nos últimos anos. Até recentemente, os programas brasileiros liberaram muitas cultivares. Porém, poucas têm sido utilizadas pelos produtores; a cultivar Baronesa e Santo Amor no estado do Rio Grande do Sul, a cultivar Aracy utilizada no Nordeste e a cultivar Monte Bonito no Paraná. Entretanto, como já mencionado, as cultivares de origem estrangeira ainda são as mais plantadas, principalmente pela excelente qualidade comercial do tubérculo aliado à facilidade para aquisição da batata semente não obstante, a baixa adaptação sob condições nacionais.

2.2 Fatores relacionados com a produção e qualidade da batata

A temperatura e a disponibilidade de água são os principais fatores climáticos relacionados com o crescimento e o desenvolvimento de plantas, afetando, não só a produção como também a aparência e qualidade dos tubérculos (Harris, 1978; Rex e Mazza,

1989; Burton, 1981; Ewing, 1981; Susnoschi, 1981; Prange et al., 1990). Os requerimentos de temperatura variam de acordo com as cultivares (Marinus e Bodlaender, 1975; Levy, 1984; Menezes e Pinto, 1995) e os diversos estádios de desenvolvimento da planta (Ewing, 1981; Susnoschi, 1981). De modo geral, altas temperaturas estimulam o desenvolvimento das plantas (Li, 1985), acarretando em redução na produção de tubérculos (Burton, 1981; Benkhedher e Ewing, 1985), número de tubérculos por planta (Burton, 1981; Ewing, 1981; Prange et al., 1990) e no conteúdo de matéria seca de tubérculos (Johansen et al., 1967; Haynes e Haynes, 1981 e 1983; Haynes, Haynes e Henderson, 1989), além de aumentar a incidência de certas pragas e doenças (Bittencourt et al., 1985). Entretanto, o entendimento dos efeitos da temperatura sobre o desenvolvimento da batata é ainda dificultado pelo fato de que a temperatura diurna ótima pode ser diferente da ótima temperatura noturna. De acordo com Moreno (1970), Roca-Pizzini (1972) e Went (1957), citados por Ewing (1981), a flutuação nas temperaturas diurna e noturna propiciam melhores produções que temperaturas constantes, principalmente, quando as temperaturas noturnas são bem mais baixas que as diurnas.

O estresse hídrico também reduz a produção, devido a redução da área foliar e/ou a redução da taxa de fotossíntese por unidade de área foliar (Van Loon, 1981). A disponibilidade ou escassez de água afeta a cultura em maior ou menor escala, dependendo do estágio de desenvolvimento em que ela se encontra. Assim, a redução na produção causada por escassez de água durante

o período de tuberização é bem maior que aquela causada em outros estádios de desenvolvimento (Bezerra, 1995). Tem sido verificado também, que o déficit hídrico antes do início da tuberização pode reduzir sensivelmente o número de tubérculos por planta (Van Loon, 1981; Ojala, Stark e Kleinkopf, 1990).

A interação entre estes dois fatores ambientais (água e temperatura) é de extrema importância com relação à aparência e qualidade de tubérculos. Ambos os fatores são responsáveis pelas principais desordens fisiológicas que afetam a cultura, tais como, coração oco, mancha chocolate, crescimento secundário ou embonecamento e rachadura de tubérculos (Crumbly, Nelson e Duysen, 1973; Cardoso, 1981; Li, 1985; Rex e Mazza, 1989).

Em adição aos fatores climáticos deve-se ressaltar também, o efeito das enfermidades viróticas na cultura da batata. A qualidade sanitária da batata-semente é essencial para o rendimento da cultura, pois, sendo uma planta de propagação vegetativa, torna-se um verdadeiro acumulador e disseminador de moléstias bacterianas, fúngicas e principalmente viróticas, através de seus tubérculos (Siqueira, 1968; Bueno, 1976; Buso et al., 1990). Essas doenças causam, através das sucessivas gerações de propagação clonal, o fenômeno denominado de degenerescência. Neste aspecto torna-se importante traçar um paralelo com os programas de melhoramento, pois o acúmulo contínuo de doenças pode mascarar o potencial genotípico de um clone, bem como também, descaracterizar a superioridade de determinado clone em relação a outro simplesmente pelo fato de poderem ser avaliados empregando-se, ora

para um ora para outro, tubérculos de diferentes gerações clonais.

2.3 Considerações gerais sobre o melhoramento genético da batata

Uma cultivar de batata é representada por um conjunto de indivíduos geneticamente idênticos que se originam da propagação assexual de uma planta altamente heterozigótica (Mackay, 1987). Portanto, a batata cultivada autotetraploide ($2n=4x=48$ cromossomas) quando está sujeita a reprodução sexual, gera uma progênie que segrega amplamente para várias características (Golmirzaie, Ortiz e Serquén, 1990). Desta forma, os programas de melhoramento de batata normalmente se iniciam do cruzamento de duas cultivares ou clones heterozigóticos (Book, 1969). Como a liberação da variabilidade genética ocorre uma única vez, é necessário que a população segregante seja bastante numerosa a fim de aumentar a probabilidade de se isolar clones superiores. Em tais programas, essas populações normalmente contém cerca de dez a sessenta mil ou mais novos clones (Tai, 1975; Anderson e Howard, 1981; Brown et al., 1984; Maris, 1988).

Para melhor esclarecimento de como ocorre o processo de seleção clonal (Mendoza, 1979; Peloquin, 1979) é conveniente apresentar algumas terminologias que têm sido empregadas no melhoramento genético da batata. As plântulas oriundas de semente botânica produzem tubérculos caracterizando a produção da geração S - "seedling" ou geração plântula. Cada plântula representa um clone com potencial de tornar-se uma nova cultivar. Os tubérculos

destas plântulas são plantados em parcelas individualizadas e posteriormente produz-se tubérculos denominados de primeira geração clonal (C-1) e assim sucessivamente (C-2, C-3,...).

Para características mais influenciadas pelo ambiente, como produção e seus componentes, diversos trabalhos têm mostrado a baixa eficiência da seleção para caracteres de produção na geração S e nas primeiras gerações clonais (Maris, 1986; Brown et al., 1984; Pinto, Valverde e Rossi, 1994). Alguns autores (Maris, 1986, 1988; Schaalje, Lynch e Kozub, 1987) sugerem que nas etapas iniciais proceda-se com apenas uma seleção negativa para caracteres de alta herdabilidade, ou seja, eliminando-se somente os genótipos indesejáveis. Portanto, torna-se necessário avançar até a 2^a ou 3^a geração clonal para poder realizar com eficiência a seleção de clones superiores para caracteres mais influenciados pelo ambiente.

Mesmo assim, nestas gerações, é pequena a disponibilidade de tubérculos-sementes para compor tamanhos ideais de parcelas e números de repetição, além da necessidade de avaliação de um número muito elevado de clones. Neste aspecto, tem sido proposto para batata o emprego do delineamento de blocos aumentados (Bearzoti, 1994) com parcelas de 5 plantas por clone (Bearzoti e Pinto, 1995) visando tornar o processo seletivo mais eficiente nestas etapas. Sem dúvida esse delineamento confere grande flexibilidade de planejamento e condução dos ensaios. Entretanto, ao contrário do que ocorre para outros tipos de delineamentos em blocos incompletos, como os látices, não é possível recuperar a informação interblocos na análise original sugerida por Federer (1956).

Visando solucionar esse problema Ferreira (Anexo A) derivou a expressão para estimar o "erro efetivo" após a análise intrablocos.

2.4 Seleção clonal para caracteres de produção e qualidade de tubérculos no Brasil

Os programas nacionais de melhoramento de batata têm como objetivo solucionar problemas agronômicos e comerciais visando principalmente a obtenção de clones produtivos e resistentes a doenças viróticas, fúngicas e bacterianas (Buso et al., 1990; Lopes, Hidalgo e Buso, 1990; Reifschneider et al., 1990; Brune, Melo e Lima, 1994). Entretanto pouco tempo tem sido devotado ao melhoramento de características culinárias e de processamento (Pereira et al., 1990; Melo e Buso, 1991). Por outro lado, em países de clima temperado as variáveis associadas ao processamento têm recebido muito mais ênfase visto a importância das mesmas para o sucesso comercial de uma cultivar (Plaisted e Peterson, 1963; Burton, 1974; Sayre, Nonaka e Weaver, 1975; Sanford, 1979; True et al., 1983; Salunkhe e Desai, 1984; Louwes e Neele, 1987; Sowokinos et al., 1987; Rousselle et al., 1989; Jaswal, 1989 e 1991; De Jong e Burns, 1993).

A industrialização de batatas no Brasil é uma atividade bastante recente, ainda emergente, mas que tem evoluído consideravelmente nos últimos anos (Popp, 1994). A produção nacional de batata (98 a 98,5%) tem sido comercializada in natura sendo consumida na forma de fritas através de fatias finas

("chips") ou palitos ("French fries"). Os clones com boas qualidades de fritura devem possuir alto teor de matéria seca de tubérculos (acima de 19 ou 20%) e baixo teor de açúcares redutores (abaixo de 0,10%) evitando portanto, respectivamente, menor absorção de óleo durante o processo de fritura e uma coloração amarelo claro sem excessivo escurecimento (Gould, 1988).

Além de níveis elevados de matéria seca de tubérculos, outros fatores são também importantes e determinantes para o sucesso de uma cultivar para consumo in natura no Brasil, quais sejam: a) cor de polpa amarela não muito intensa, b) película amarela, lisa e brilhante, exceto para o estado do Rio Grande do Sul onde predomina o cultivo de Baronesa que possui película rosada, c) peso médio de tubérculos \pm 140g, d) elevados percentuais de tubérculos comerciáveis, e) formato alongado-cheio, f) profundidade dos olhos (gemas) de tubérculos rasos e g) resistência à viroses.

Os trabalhos com melhoramento genético da batata nas condições brasileiras têm sido insuficientes para produção de novas cultivares mais adaptadas, produtivas (Pinto et al., 1994) e com boas qualidades culinárias. Em ampla revisão da situação do melhoramento da batata no Brasil, Momenté (1994) concluiu que desde a realização dos primeiros trabalhos com melhoramento até os dias atuais o número de cruzamentos realizados e de clones avaliados foram relativamente pequenos, e como consequência o número de cultivares nacionais colocadas à disposição dos produtores foi bastante limitado.

Em vista dessa situação verifica-se ainda que o fato de existir uma grande diversidade de ambientes ou regiões produtoras de batata no país, conduz a necessidade de maior número de instituições envolvidas em programas de melhoramento. Neste contexto, é importante ressaltar, que o sucesso de tais programas é diretamente proporcional a capacidade de avaliação experimental de um maior número de genótipos diferentes. Em países de clima temperado onde o patamar médio de produtividade é elevado, tem sido relatado estimativas de que para o lançamento de uma cultivar são necessários a avaliação de 100.000 (Beukema, 1972 citado por Granja, 1987) e 200.000 (Plaisted et al., 1984; Mackay, 1987) novos clones. Entretanto ressalvas devem ser feitas na extrapolação dessas estimativas. Para as condições nacionais, esses números podem estar superestimados uma vez que no Brasil o patamar médio de produtividade e qualidade culinária das batatas são bem inferiores àqueles referentes aos países supracitados, e portanto, provavelmente, os avanços genéticos poderão ser alcançados avaliando-se menores números de clones.

Outra informação relevante na literatura que diz respeito ao melhoramento da batata é que a maioria das cultivares lançadas entre 1970 e 1985 na Europa foram provenientes do cruzamento entre um clone melhorado e uma cultivar (Dellaert e Swiezynski, 1989). Esses resultados sugerem que mesmo aqueles clones que têm sido gerados nos programas nacionais e que não apresentam caracteres desejáveis para serem lançados como novas cultivares, poderiam ser empregados como parentais em futuros cruzamentos, uma vez que

possuem elevado potencial produtivo (Pinto et al., 1994).

2.5 Cruzamentos dialélicos

A escolha da população para início de um programa de melhoramento é uma etapa crucial para os melhoristas. O sucesso de um programa está na dependência de se escolher populações potencialmente capazes de gerarem genótipos superiores. Diversos métodos têm sido propostos para escolha de populações em espécies autógamas e alógamas (Hallauer e Miranda Filho, 1981; Fehr, 1987; Baenziger e Peterson, 1992). Entre estes, destaca-se o de cruzamentos dialélicos.

Entende-se por cruzamentos dialélicos o intercruzamento de p materiais, dois a dois, produzindo p^2 combinações possíveis, correspondentes aos: a) p parentais; b) um grupo de $\frac{1}{2} p(p-1)$ híbridos simples e $\frac{1}{2} p(p-1)$ recíprocos dos híbridos simples. Por sua vez, essas combinações podem ser reunidas em uma tabela $p \times p$, designada de tabela dialélica (Bulmer, 1980).

A obtenção da tabela dialélica completa não é o único esquema de cruzamento utilizado. Variações desse esquema foram introduzidas, como a utilização dos cruzamentos e seus recíprocos excluindo-se os parentais; o emprego dos parentais e seus cruzamentos excluindo-se os recíprocos; e também a utilização apenas dos cruzamentos excluindo-se os recíprocos e os parentais.

Outro esquema de cruzamento, conhecido como dialelo parcial, corresponde ao intercruzamento de dois grupos com I e J

parentais (Miranda Filho e Geraldi, 1984). Experimentalmente, são avaliados além das IxJ combinações híbridas, também os dois grupos de parentais. Desta forma, permite-se utilizar um maior número de parentais e em consequência, há uma sensível melhoria na eficiência desse método para se fazer estimativas, além do menor número de cruzamentos a serem realizados em comparação com o dialelo completo (Ramalho, 1989).

O emprego de cruzamentos dialélicos teve sua origem depois que Sprague e Tatum (1942) estabeleceram os conceitos de capacidade geral e específica de combinação. Yates (1947) foi o primeiro a apresentar um esquema para análise de variância de tabelas dialélicas, surgindo posteriormente, várias metodologias (Jinks, 1954, 1956; Jinks e Hayman, 1953; Hayman, 1954a, 1954b, 1958, 1960; Griffing, 1956a, 1956b; Dickinson e Jinks, 1956; Kempthorne e Curnow, 1961; Jones, 1965; Gardner, 1965 e 1967; Eberhart e Gardner, 1966; Gardner e Eberhart, 1966; Ahuja, 1968; Miranda Filho e Geraldi, 1984; Ferreira, 1985; Oliveira et al., 1987; Geraldi e Miranda Filho, 1988; Morais et al., 1991; Martins Filho, Cruz e Sedyama, 1992; Ferreira, Rezende e Ramalho, 1993).

Para análise dos dados experimentais, o emprego desses métodos normalmente se baseia nas médias de repetições. Antes, porém, de se realizar a análise empregando-se um modelo dialélico, os dados experimentais são submetidos a uma análise de variância. Assim, o erro experimental corresponde ao quadrado médio do erro da análise de variância, dividido pelo número de observações utilizado para obter as médias das tabelas dialélicas (Ramalho, 1989).

Frente as diversas metodologias disponíveis para análise dialélica, os modelos propostos por Griffing (1956a e 1956b) têm sido amplamente empregados para avaliar basicamente as capacidades geral e específica de combinação. O autor considera quatro diferentes métodos experimentais de análise dialélica além de duas suposições alternativas com relação à amostragem do material experimental utilizado:

- a) Método 1 - São avaliadas as p^2 combinações da tabela dialélica e inclui os parentais, os cruzamentos entre esses parentais, e seus recíprocos;
- b) Método 2 - São avaliadas as $p(p+1)/2$ combinações da tabela dialélica, correspondentes aos parentais e seus cruzamentos, excluindo-se os cruzamentos recíprocos;
- c) Método 3 - São avaliadas as $p(p-1)$ combinações da tabela dialélica, que correspondem aos cruzamentos e os recíprocos, excluindo-se os parentais;
- d) Método 4 - São avaliadas as $p(p-1)/2$ combinações da tabela dialélica, correspondentes aos cruzamentos dos p materiais.

Segundo Ramalho (1989), a inclusão dos cruzamentos recíprocos é feita com intuito de determinar se as causas de variação são devidas a genes extracromossômicos. Assim, quando se avalia um cruzamento e também seu recíproco, as diferenças genéticas observadas são atribuídas às constituições genéticas do citoplasma do parental feminino de cada cruzamento.

No que se refere a amostragem Griffing (1956b) considera também que os efeitos de genótipos pode ser fixo ou aleatório.

Quando fixo, os clones ou cultivares parentais são deliberadamente escolhidos e não podem ser considerados como uma amostra ao acaso da população. O material experimental constitui a totalidade da população a respeito da qual podem ser feitas conclusões válidas. No modelo aleatório os clones ou cultivares parentais são considerados como uma amostra da população, e as conclusões não são feitas sobre os parentais, mas sim sobre parâmetros da população. O maior interesse é estimar os componentes genéticos e ambientais da variância da população e para tanto deve-se supor que os efeitos do modelo (exceto a média) têm distribuição normal e independente com média zero e variância comum. Griffing (1956b) considera ainda a existência dos modelos mistos em relação aos efeitos de genótipos e blocos. A suposição de que os efeitos de cultivares são aleatórios e os de blocos são constantes conduz ao modelo misto A. O modelo misto B é configurado pela suposição de que os efeitos de cultivares são fixos e os de blocos são aleatórios.

Os aspectos teóricos e aplicados relativos a cruzamentos dialélicos têm sido discutido por Vencovsky (1970). O autor associou as várias metodologias aos tipos de materiais experimentais utilizados. Desta forma os trabalhos de Griffing (1956a e 1956b), Hayman (1954a, 1954b, 1958 e 1960) e Kempthorne e Curnow (1961) preocupam-se, principalmente, com análises de linhagens autofecundadas ou plantas que se autofecundavam, sem dispensar maior atenção a cruzamentos envolvendo populações e cultivares. Os métodos de análises desenvolvidos por Gardner (1965), Gardner e Eberhart (1966) e Eberhart e Gardner (1966)

preencheram esta lacuna, devido ao aumento da importância dos cruzamentos intervarietais em milho. O modelo permite decompor o efeito da heterose em heterose média, heterose de parentais e heterose específica. Segundo Vencovsky (1970), os métodos de Sprague e Tatum (1942), Griffing (1956b) e mesmo os de Hayman (1954a) podem ser aplicados à cruzamentos dialélicos envolvendo populações, ainda que os métodos propostos por Gardner e Eberhart (1966) sejam superiores aos demais, quando se inter cruzam variedades de polinização livre.

Posteriormente, a metodologia de Gardner e Eberhart (1966) foi adaptada às situações onde dois grupos distintos de parentais são inter cruzados (Miranda Filho e Geraldi, 1984) e avaliados em vários ambientes (Oliveira et al., 1987). Baseado nos conceitos de Sprague e Tatum (1942) e o método II e IV de Griffing (1956b), Geraldi e Miranda Filho (1988) desenvolveram outros dois modelos para análise dialélica parcial incluindo os pais. Mais recentemente, metodologias para análise dialélica repetida em vários ambientes foram ampliadas por Moraes et al. (1991) e Ferreira, Rezende e Ramalho (1993) considerando respectivamente, a análise dialélica completa de Gardner e Eberhart (1966) e o método IV de Griffing (1956b).

Sokol (1976), citado por Baker (1978), estudou estatisticamente as interrelações entre os métodos II e IV de Griffing (1956b), as análises II e III de Gardner e Eberhart (1966) e a de Hayman (1954a), e concluiu que informações similares são obtidas dos cinco métodos de análises, e que estas podem ser

completamente sumarizadas nos cinco tipos de estimativas usadas na análise II proposta por Gardner e Eberhart (1966). Cruz e Vencovsky (1989) em estudos comparativos entre os métodos de Gardner e Eberhart (1966) e os modelos II e IV de Griffing (1965b) e Arunachalam (1976), revisando os estudos conduzidos com cruzamentos dialélicos envolvendo os métodos gráficos de Hayman e os métodos de análises combinatórias de Griffing (1956b), de um modo geral, concluíram pela prevalência dos últimos, principalmente quando a finalidade é a de oferecer subsídios aos programas de melhoramento para escolha de parentais.

Conforme sugeriu Sprague e Tatum (1942) a capacidade combinatória pode ser definida como a performance de uma cultivar ou clone em combinação com outras cultivares ou clones. A capacidade geral de combinação (CGC) refere-se a performance média de uma cultivar ou clone em combinação híbrida e a capacidade específica de combinação (CEC) é usada para designar aqueles casos em que certas combinações híbridas são melhores ou piores do que o esperado com base na performance média das cultivares ou clones envolvidos.

A capacidade combinatória é diferenciada considerando o modo de ação gênica envolvida (Sprague e Tatum, 1942; Griffing, 1956b). Assim, a CGC está associada a genes de efeitos principalmente aditivos, além de parte dos efeitos dominantes e epistáticos. Portanto, quando o efeito dos locos é aditivo, a variância genética total é a soma das variâncias genotípicas separadas para cada loco. Por outro lado, a CEC depende basicamente

de genes com efeitos dominantes e vários tipos de interações. Em batata, a interpretação do tipo de ação gênica predominante é a mesma, apesar de ser autotetraploide e englobar outros efeitos tais como, trigênico, quadrigênico e outras interações epistáticas. Assim, segundo Kempthorne (1957), citado por Tai (1976), há predominância da ação gênica aditiva se a taxa de variância entre CGC/CEC for relativamente alta, enquanto que uma baixa taxa, indica a importância das interações gênicas. De maneira semelhante, Maris (1989) sugere empregar uma relação entre as variâncias devido a capacidade geral ($\hat{\sigma}_{CGC}^2$) e específica de combinação ($\hat{\sigma}_{CEC}^2$) da seguinte forma: $\hat{\sigma}_{CGC}^2 / (\hat{\sigma}_{CGC}^2 + \hat{\sigma}_{CEC}^2)$. Se esta relação for maior do que 0,5 indica que a $\hat{\sigma}_{CGC}^2$ é mais importante do que a $\hat{\sigma}_{CEC}^2$ na herança do carácter considerado, caso contrário, se a taxa é menor do que 0,5 a $\hat{\sigma}_{CEC}^2$ prevalecerá.

Segundo Vencovsky (1970), uma baixa estimativa dos efeitos da CGC (\hat{g}_i), positiva ou negativa, indica que o valor da CGC do cultivar parental não difere muito da média geral da população dialélica. De outra parte, quando os valores estimados de \hat{g}_i são altos, positivos ou negativos, há indício de que o parental em questão é muito superior ou inferior aos demais parentais do dialelo, com relação a performance média dos cruzamentos. Ademais, esses valores são uma indicação de que os genes têm efeitos predominantemente aditivos. Assim, complementa o autor, para aproveitamento em programas de melhoramento, são mais indicados para constituírem as novas populações os parentais com as mais altas CGC favorecendo a seleção de genótipos superiores. Por outro

lado, o efeito da CEC (\hat{s}_{ij}) é interpretado como sendo o desvio de um híbrido em relação ao que seria esperado com base na CGC de seus parentais. Baixos valores absolutos de \hat{s}_{ij} indicam que a performance de um dado cruzamento foi semelhante ao que era esperado baseado na CGC dos parentais, ao passo que altos valores absolutos de \hat{s}_{ij} demonstram que o comportamento de um cruzamento particular é relativamente melhor ou pior do que era esperado com base na CGC dos progenitores. As estimativas de \hat{s}_{ij} expressam a importância dos genes que exibem efeitos de dominância ou epistasia (Griffing, 1956b).

2.6 Modelo genético para autotetraplóides

Caracteres quantitativos são aqueles controlados por vários genes e/ou muito influenciados pelo ambiente. Devido à presença de um ou ambos os fatores, esses caracteres normalmente apresentam variação contínua. Para o melhorista é fundamental conhecer quanto da variação existente é devida a causas genéticas e de ambiente, porque lhe possibilitará prever o resultado da seleção, e, também, optar com maior segurança pelo método de melhoramento mais adequado (Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993). Neste contexto, verifica-se a importância da metodologia da covariância entre parentes (Souza Junior, 1989), a qual permite conhecer a estrutura genética das populações através de estimativas dos componentes da variância genética, e estimar parâmetros relacionados com os processos seletivos de características

poligênicas, tais como produção de plantas e seus componentes. Entre os diferentes métodos (Hallauer e Miranda Filho, 1981; Baker, 1986; Fehr, 1987) úteis para estimar componentes de variância destaca-se o de cruzamentos dialélicos. Esse método tem sido bastante empregado para espécies autotetraploides (Kehr, 1961; Davis e Panton, 1962; Dudley, Busbice e Levings III, 1969; Maris, 1989; Neele, 1990; Ermishin, Podlisskikh e Khotyleva, 1991; Pika e Boiko, 1991; Sklyarova et al., 1991; Tung, 1992) sem nenhum inconveniente, pois de acordo com Levings III e Dudley (1963), as covariâncias entre parentes que expressam quantidades diferentes dos componentes de variância genética, são as mesmas independentemente do nível de ploidia. Entretanto, algumas considerações intrínsecas às populações autotetraploides têm sido feitas (Kempthorne, 1955). O autor parcionou a variância genética conforme o modelo:

$$\hat{\sigma}_G^2 = \hat{\sigma}_A^2 + \hat{\sigma}_D^2 + \hat{\sigma}_T^2 + \hat{\sigma}_F^2 + \hat{\sigma}_{AA}^2 + \hat{\sigma}_{AD}^2 + \hat{\sigma}_{AT}^2 + \hat{\sigma}_{AF}^2 + \hat{\sigma}_{DD}^2 + \text{etc.}$$

onde, $\hat{\sigma}_A^2$ é a variância aditiva, $\hat{\sigma}_D^2$, $\hat{\sigma}_T^2$ e $\hat{\sigma}_F^2$ são as variâncias devido aos efeitos digênicos, trigênicos e quadrigênicos, respectivamente, $\hat{\sigma}_{AA}^2$, $\hat{\sigma}_{AD}^2$, $\hat{\sigma}_{AT}^2$, $\hat{\sigma}_{AF}^2$, $\hat{\sigma}_{DD}^2$, etc são as variâncias devido às interações epistáticas. Os termos digênicos, trigênicos e quadrigênicos referem-se às interações entre dois, três e quatro alelos, respectivamente. As variâncias aditivas e digênicas dos autotetraplóides são análogas às variâncias aditivas e de dominância dos diplóides. Por outro lado, não há nenhuma correspondência nos diplóides com relação aos efeitos trigênicos e quadrigênicos. No nível autotetraplóide o termo dominância inclui

os efeitos digênicos, trigênicos e quadrigênicos, portanto abrangendo todos os efeitos que surgem a partir das interações entre alelos. Os coeficientes dos componentes de variância genética expressos em função da covariância entre parentes e variâncias devido a capacidade geral e específica de combinação estão apresentados na tabela 1. É importante ressaltar que o modelo genético proposto supõe pais não endógamos, ausência de efeito materno, equilíbrio de ligação, ausência de redução dupla ($\alpha=0$) e pais escolhidos aleatoriamente.

Outras informações a respeito do conteúdo da tabela 1 podem ser obtidas no artigo de Levings III e Dudley (1963). No momento, é oportuno destacar as diferenças entre os componentes de variâncias estimados para espécies diplóides e autotetraplóides. Nota-se pela tabela 1 que não é possível isolar o componente de variância aditiva para organismos autotetraplóides e como consequência não é possível estimar herdabilidade no sentido restrito. Entretanto se a ação gênica em todos os locos for estritamente aditiva, então as variâncias digênicas, trigênicas e quadrigênicas poderão ser desprezadas, e a covariância entre parentes será somente uma função da variância aditiva, que será estimada por $4.\hat{\sigma}_{CC}^2$ conforme relatado por Thompson, Mendoza e Plaisted (1983), Thompson e Mendoza (1984) e Tung (1992) ou por $2.C\hat{O}V_{pp}$ de acordo com Levings III e Dudley (1963).

TABELA 01. Coeficientes dos componentes de variância genética assumindo herança dissômica e tetrassômica expressos em função da covariância entre famílias de meios irmãos ($C\delta v_{MI}$), irmãos germanos ($C\delta v_{IG}$), pais e filhos ($C\delta v_{PF}$) e variâncias devido a capacidade geral de combinação ($\hat{\sigma}_{CGC}^2$) e capacidade específica de combinação ($\hat{\sigma}_{CEC}^2$). (Adaptado de Levings III e Dudley, 1963).

covariância e variância genética	Níveis de ploidia	coeficientes dos componentes de variância genética						
		$\hat{\sigma}_A^2$	$\hat{\sigma}_D^2$	$\hat{\sigma}_I^2$	$\hat{\sigma}_F^2$	$\hat{\sigma}_{AA}^2$	$\hat{\sigma}_{AD}^2$	$\hat{\sigma}_{DD}^2$
$C\delta v_{MI} = \hat{\sigma}_{CGC}^2$ **	2n=2x	1/4	0	- [*]	-	1/16	0	0
	2n=4x	1/4	1/36	0	0	1/16	1/144	1/1296
$C\delta v_{IG}$	2n=2x	1/2	1/4	-	-	1/4	1/8	1/16
	2n=4x	1/2	2/9	1/12	1/36	1/4	1/9	4/81
$C\delta v_{PF}$	2n=2x	1/2	0	-	-	1/4	0	0
	2n=4x	1/2	1/6	0	0	1/4	1/12	1/36
$\hat{\sigma}_{CEC}^2$ **	2n=2x	0	1/4	-	-	1/8	1/8	1/16
	2n=4x	0	1/6	1/12	1/36	1/8	7/12	31/648

** $\rightarrow \hat{\sigma}_{CGC}^2 = C\delta v_{MI}$ e $\hat{\sigma}_{CEC}^2 = C\delta v_{IG} - 2 \cdot C\delta v_{MI}$

* \rightarrow ausente nos diplóides

2.7 Capacidade de combinação e exploração da heterose em batata

A identificação de combinações parentais que produzam populações segregantes promissoras para seleção clonal é desejável em batata (Caligari e Brown, 1986, Brown e Caligari, 1986, 1988 e 1989; Brown et al., 1988; Brown, 1989; Dellaert e Swiezynski, 1989; Mendoza e Haynes, 1974a). A predição do cruzamento promissor como descrita acima, envolve a hibridação dos pais escolhidos e a avaliação das progênies resultantes de cada cruzamento, para

estimar parâmetros os quais formarão a base da predição. Esta metodologia é uma aplicação poderosa comparada com os métodos convencionais os quais utilizam-se de muito empirismo, mas, será tanto mais eficiente se a predição puder ser baseada diretamente na performance parental (Brown e Caligari, 1989). Neste sentido, se as CGC's dos parentais forem altamente correlacionadas com seus fenótipos, o valor médio dos parentais poderia ser uma boa alternativa para prever a performance média da progênie conforme discutido por Brown e Caligari (1989) e Neele, Nab e Louwes (1991).

A teoria genética biométrica pressupõe que a herança é dissômica e que a base da população das quais os parentais serão amostrados, está em equilíbrio panmítico ou consiste de linhagens endogâmicas. As cultivares de batata têm herança tetrassômica e a estrutura genética da população (clones propagados vegetativamente e altamente heterozigóticos) usada como pais pelos melhoristas, não é conhecida, e portanto, as técnicas genético biométricas não seriam aplicáveis à indivíduos autotetraplóides (Killick, 1977; Brown e Caligari, 1989). Entretanto, o uso da capacidade combinatória (Sprague e Tatum, 1942; Griffing, 1956b), metodologia que emprega parâmetros estatísticos, independem da estrutura genética da cultura e oferecem uma alternativa viável e de grande potencial para os melhoristas de batata (Killick, 1977). Se, contudo, a maior parte da variação for atribuída à capacidade específica de combinação, nenhuma predição poderá ser feita sem a avaliação prévia de cada cruzamento (Brown e Caligari, 1989). Ademais, os cruzamentos dialélicos têm proporcionado a obtenção de

informações preciosas sobre o controle genético de importantes características que apresentam baixa herdabilidade (Rumbaugh, Caddel e Rowe, 1988).

Alguns estudos têm sido feitos empregando os cruzamentos dialélicos em batata (Plaisted et al., 1962; Tai, 1976; Killick, 1977; Brown, 1979; Veilleux e Lauer, 1981; Gaur, Gopal e Rana, 1983; Madry e Ubysz-Borucka, 1983; Brown e Caligari, 1986 e 1989; Lopez et al., 1987; Dhiman, 1988; Maris, 1989; Neele, 1990; Loisselle, Tai e Christie, 1990; Neele, Nab e Louwes, 1991). Contudo, em certos casos (Killick, 1977; Brown e Caligari, 1989; Maris, 1989; Loisselle, Tai e Christie, 1990) nem todas as combinações dos parentais envolvidos puderam ser conseguidas. Isto porque, em batata, são comuns os problemas de falta de fertilidade (Carroll e Rosemary, 1975; Killick, 1977) além da grande demanda por tempo e trabalho necessários para se conseguir obter todos os cruzamentos (Neele, Nab e Louwes, 1991).

O processo de domesticação da batata cultivada apresenta fortes implicações nas estimativas de parâmetros genéticos tais como CGC e CEC e conseqüentemente no desenvolvimento de estratégias para o melhoramento dessa cultura. Durante o período de domesticação diversos acontecimentos contribuíram para o estreitamento da base genética da batata (Mendoza e Haynes, 1974b; Hawkes, 1978; Bradshaw e Mackay, 1994) e isto tem limitado o sucesso de programas de melhoramento desta espécie. Para contornar este problema, várias tentativas têm sido feitas no sentido de introduzir genes de espécies de *Solanum* no "pool gênico" de

Solanum tuberosum spp. *tuberosum* (Rowe, 1967; Quinn e Peloquin, 1973; Tarn e Tai, 1973 e 1977; De Jong e Tai, 1977; De Jong et al., 1981; Malcolmson e Killick, 1980; McHale e Lauer, 1981; Hilali, Lauer e Veilleux, 1987; Caligari et al., 1988; Haynes e Haynes, 1990; Maris, 1990; Monti, Frusciante e Grandillo, 1990; Concilio, 1992; Cunha, 1992; Oliveira, 1994; Morais, 1994).

De um modo geral, a utilização desse precioso reservatório de diversidade genética tem contribuído para o desenvolvimento de cultivares. Iwanaga e Schmiediche (1989) citam que uma de cada três cultivares liberadas nos Estados Unidos têm espécies selvagens na sua história genealógica. Para o sucesso de tais programas inúmeros trabalhos (Ruttencutter, Haynes e Moll, 1979; Haynes, 1990; Stoel, Deelen e Neele, 1991; Haynes, 1992a e 1992b; Haynes, 1993a e 1993b; Ortiz et al., 1993) têm sido desenvolvidos de forma a gerar conhecimento para o bom desempenho dos melhoristas de batata.

Entre estes estudos, há aqueles que relatam que dentro da spp. *tuberosum* a capacidade produtiva da progênie não pode ser prevista com base no desempenho dos parentais, uma vez que os efeitos gênicos não aditivos têm participação fundamental no controle genético da produção de tubérculos, como verificado pelos efeitos altamente significativos da capacidade específica de combinação (Plaisted et al., 1962; Tai, 1976; Killick, 1977; Veilleux e Lauer, 1981; Gaur, Gopal e Rana, 1983; Dhiman, 1988; Martins, 1995). Em contraste, tem sido observado a predominância dos efeitos devido a capacidade geral de combinação em trabalhos

envolvendo cruzamentos de *ssp. tuberosum* com *ssp. andigena*, *Solanum phureja*, *S. stenotomun*, entre outras (Quinn e Peloquin, 1973; Muñoz e Plaisted, 1981; Landeo e Hanneman, 1982; Rowell, Ewing e Plaisted, 1986; Ortiz, Iwanaga e Mendoza, 1988; Maris, 1989).

Como pode ser observado, a importância relativa da CGC e CEC parece depender da constituição genética dos pais (Mendoza e Haynes, 1974b; Dellaert e Swiezynski, 1989) bem como também do caráter estudado e das condições ambientais (Maris, 1989). Alguns autores citam que, a predominância dos efeitos da CEC, pode ser reflexo da estreita base genética desta cultura (Mendoza e Haynes, 1974a; Tai, 1976; Brown e Caligari, 1986 e 1989; Maris, 1989). De fato, nessa condição, pode-se inferir que raramente determinado parental apresentará uma performance média, quando em cruzamento, muito superior ou inferior em relação aos demais parentais envolvidos nos estudos. É certo supor que, sendo a base genética estreita da *ssp. tuberosum*, os efeitos de CEC prevalecerão, isto é, nesta situação, torna-se muito mais importante, haver na progênie, uma complementariedade dos alelos os quais se encontram dispersos em ambos os parentais. Por outro lado, pode-se supor também que nos casos onde a base genética não é estreita, haja predominância dos efeitos de CGC, pois, a possibilidade de que determinado parental apresente quando em cruzamento um comportamento médio superior ou inferior à outros parentais é maior em se tratando de um "pool gênico" bastante divergente.

À semelhança da CEC, as estimativas de heterose em batata também são influenciadas pelo grau de semelhança entre os pais.

Tem sido relatado (Maris, 1969; Tai, 1974; Tarn e Tai, 1983; Maris, 1989) com bastante frequência para caracteres de produção estimativas de efeitos heteróticos negativos, fato o qual, Mendoza e Haynes (1974a) atribuem a base genética relativamente estreita da *ssp. tuberosum*. Aliás, esses mesmos autores (Mendoza e Haynes, 1974b) apresentaram um estudo relatando que as cultivares de batata utilizadas nos Estados Unidos apresentam um interrelacionamento genético muito maior do que se postulava, relevando-se assim, a temática da falta de variabilidade genética na *ssp. tuberosum*.

A teoria geral da heterose foi primeiramente desenvolvida para espécies diplóides. Conforme a teoria os efeitos heteróticos aumentariam com a heterozigose, isto é, os efeitos seriam maiores quando pais contrastantes e homozigotos para muitos locos fossem cruzados. Em épocas passadas algumas tentativas foram feitas no melhoramento de batata visando explorar a heterose através do cruzamento de linhagens endogâmicas (Ross, 1986). Tal estratégia não apresentou nenhum sucesso pelo fato destes cruzamentos gerarem certa endogamia nas progênes. Atualmente, a exploração da heterose continua sendo o principal objetivo no melhoramento de batata.

Em relação às espécies diplóides, a heterose em autopoliplóides é mais complexa. Para tetraplóides, por exemplo, espera-se o máximo de heterose na condição tetra-alélica, ou seja, quando há quatro alelos diferentes considerando-se um único loco (Mendoza e Haynes, 1973; Bingham, 1980). Entretanto, como salientado por Sanford e Hanneman Jr. (1982) há evidências de um possível limiar heterótico além do qual mais heterozigose não

necessariamente resultará em maior vigor ou maior produção. A heterose é baseada principalmente nas interações não aditivas dos genes (Mendiburu e Peloquin, 1977), isto é, compreendendo as interações intralocos (sobredominância) e interlocos (epistasia) (Ross, 1986). Resultados experimentais, (Mendoza e Haynes, 1974a) têm mostrado que as perdas das interações tri-alélicas e tetra-alélicas resultam em queda de vigor e como consequência menor heterose.

Neste contexto, visando explorar a heterose, a busca por cruzamentos interespecíficos tem sido crescente em batata (Howard, 1970; Cubillos e Plaisted, 1976; Tarn e Tai, 1977; De Jong et al., 1981; Tarn e Tai, 1983; Darmo e Peloquin, 1991). De fato, estudos com marcadores moleculares (Bonierbale, Plaisted e Tanksley, 1993), têm confirmado as expectativas de maior diversidade genética para *Solanum* sp. e ssp. *andigena* em relação a ssp. *tuberosum*. Desta forma, Bingham (1980) sugere que materiais não relacionados deveriam ser preferencialmente combinados.

Assim, para explorar completamente os efeitos positivos da CEC, alguns melhoristas de batata estão desenvolvendo separadamente populações parentais com diferentes "background" genético, à semelhança das populações de "flint" e "dent" no melhoramento de milho (Dellaert e Swiezyński, 1989). Entretanto, deve ser ressaltado que a falta de genes para adaptação poderá interferir na boa performance dos cruzamentos, criando problemas na identificação de recombinantes superiores, ou seja, enquanto a variabilidade genética é aumentada a performance média é reduzida.

Portanto, para contornar o problema do uso de germoplasma não adaptado no melhoramento de características complexas, Eberhardt (1971) e Mendoza e Haynes (1974a) recomendam programas de seleção a longo prazo eliminando as características indesejáveis e desenvolvendo populações adaptadas com ampla base genética.

2.8 Seleção de clones para múltiplas características

O estudo da natureza e magnitude das relações existentes entre caracteres é, evidentemente, importante pois, durante os vários ciclos de seleção clonal procura-se identificar os genótipos que possuam um balanço equilibrado de atributos desejáveis e que justifique o lançamento como uma nova cultivar. Além disso, é sempre importante saber como o melhoramento de uma característica pode causar alterações em outras (Vencovsky e Barriga, 1992).

A associação entre duas características pode ser avaliada no seu modo mais simples, através das correlações fenotípica, genética e ambiental (Falconer, 1987). Correlações todavia, são apenas medidas de associação e não de causa e efeito (Vencovsky e Barriga, 1992). Para uma análise dessa natureza deve-se empregar metodologia específica como a análise do coeficiente de trilha (Wright, 1921 e 1923). Tal método permite estimar os coeficientes de trilha que são coeficientes de regressão estandardizados, os quais possibilitam quantificar a influência direta de uma variável sobre a outra, independentemente das demais, no contexto das relações de causa e efeito. Permitem, ainda, desdobrar

coeficientes de correlação simples em seus efeitos diretos e indiretos (Vencovsky e Barriga, 1992).

Estimativas de correlação entre caracteres em batata têm sido alvo de muitos estudos (Maris, 1969; Dayal et al., 1972; Iritani et al., 1972; Torres, Galan e Dias, 1974; Tai, 1975; Gaur, Kishore e Gupta, 1978; Pinto, 1979; Duque, 1983; Abdel-Wahab, Warid e Damkor, 1986; Brown, Caligari e Mackay, 1987; Maris, 1988; Haynes e Wilson, 1991; Love e Pavek, 1991; Birhman e Kang, 1993). O conhecimento de algumas dessas estimativas tem proporcionado aos melhoristas de batata maior eficiência na seleção de clones (Lynch e Kozub, 1991), pois, uma cultivar de batata além de produtiva necessariamente tem de apresentar uma série de características desejáveis do ponto de vista agrônômico e comercial.

As correlações são também fundamentais para as estimativas dos índices de seleção. O índice constitui-se num caráter adicional, estabelecido pela combinação linear ótima de vários caracteres (Lin, 1978) preferencialmente não correlacionados (Baker, 1986). Segundo Baker (1986), o valor observado para cada característica é ponderado por um coeficiente, representado como, $I = b_1P_1 + \dots + b_iP_i$, onde I é o índice de seleção, P_i representa o valor fenotípico observado para a i -ésima característica e b_i é o coeficiente atribuído à i -ésima característica no índice de seleção. Define-se também o agregado genotípico representado por $W = a_1G_1 + \dots + a_iG_i$, onde a_i é o peso econômico associado ao valor genotípico G_i . A estimativa dos coeficientes b_i visa maximizar a correlação entre o índice de seleção e o agregado genotípico. Deste

modo torna-se possível efetuar, com eficiência, a seleção simultânea de caracteres com base nos valores genéticos dos indivíduos ou famílias (Cruz e Regazzi, 1994).

Tem sido descritas várias propostas para obtenção de índices de seleção. De modo geral, há métodos que se caracterizam pela necessidade de estimar variâncias e covariâncias fenotípicas e genotípicas e de estabelecer pesos econômicos relativos aos vários caracteres (Smith, 1936; Hazel, 1943). Por outro lado, Willians (1962) sugeriu ponderar os valores fenotípicos pelos seus respectivos pesos econômicos, evitando desta forma a interferência das imprecisões das matrizes de variâncias e covariâncias. Outros índices (Elston, 1963; Mulamba e Mock, 1978) identificam-se por eliminar a necessidade de estabelecer pesos econômicos e estimar variâncias e covariâncias. Devido à dificuldade de muitos melhoristas em estabelecer pesos econômicos Tallis (1962), Pesek e Baker (1969b), Harville (1974) e Tai (1977) propuseram um índice com base nos ganhos desejados e Cruz (1990) sugeriu estimá-los a partir de estatísticas dos próprios dados experimentais.

A superioridade do índice como critério de seleção aumenta a medida em que é maior o número de características sob seleção e diminui quando as características diferem amplamente em importância ou quando a intensidade de seleção é aumentada (Rumbaugh, Caddel e Rowe, 1988). Cochran (1951) citado por Baker (1986) mostra que quanto mais características são incluídas no índice e menor for a correlação entre o agregado genotípico e o índice ótimo, maior terá de ser o tamanho da amostra populacional,

de modo a aumentar a precisão das estimativas dos parâmetros populacionais. Discussões a respeito dos erros das estimativas e tamanho amostral têm sido feitas por Heidhues (1961), Williams (1962) e Harris (1964) através de simulação de dados em computador. Outros fatores que também afetam as estimativas dos índices são, o tipo e o número de famílias avaliadas, a importância relativa dos pesos econômicos, os ambientes amostrados, as interações genótipo por ambiente, o efeito materno e a multicolinearidade (Lin, 1978; Crosbie, Mock e Smith, 1980; Wells e Kofoid, 1986; Carvalho, 1995).

As alterações nos parâmetros genéticos provocadas pela seleção com base no índice torna-o uma medida dinâmica, sendo, portanto, necessária a sua reconstrução a cada ciclo de seleção (Cruz, 1990). Além do mais, o índice de seleção é um atributo específico da população, e tal especificidade, como relatado por Lin (1978), tem sido considerada como desvantagem desse método. Hanson e Johnson (1957) e Caldwell e Weber (1965), em trabalhos com soja, sugeriram como estratégia para contornar este problema utilizar informações de vários experimentos para obter um índice médio ou geral.

Alguns pesquisadores tem realizado estudos comparativos entre critérios de seleção. Tem sido verificado que a seleção com base no índice é mais eficiente que a seleção pelo método dos níveis independentes de eliminação, que por sua vez é mais eficiente que o método de seleção em tandem (Hazel e Lush, 1942; Baker, 1986). Utilizando simulação de dados em computador, Pesek e Baker (1969a) verificaram que o índice de seleção é

consideravelmente mais eficiente do que a seleção em tandem para melhorar o valor genotípico para duas características negativamente correlacionadas. Considerando a eficiência relativa da seleção para duas características correlacionadas, Young (1961) citado por Baker (1986), concluiu que a generalização dos resultados é difícil, entretanto parece que a seleção usando o índice sempre será no mínimo mais eficiente do que a seleção com níveis independentes de eliminação e do mesmo modo, mais eficiente do que a seleção em tandem.

Embora seja frequente a utilização dos níveis independentes de eliminação como critério de seleção em batata, Bradshaw e Mackay (1994) tem sugerido o uso do índice de seleção visando aumentar a eficiência do processo seletivo. Entretanto poucos são os trabalhos relatados na literatura empregando-se essa metodologia com a cultura (Torres, Galan e Dias, 1974; Tai, 1977; Gaur, Kishore e Gupta, 1978).

Conforme Baker (1986), pode-se também desenvolver índices de seleção, visando resposta correlacionada em um único caráter, baseando-se em outros com alta correlação e maiores herdabilidades relativo ao caráter principal a ser selecionado. Neste sentido, Gaur, Kishore e Gupta (1978) avaliaram sessenta e sete cultivares de *S. tuberosum* e estimaram um índice baseado na produção total, no número de tubérculos por planta e peso médio de tubérculos. Os autores relataram que a seleção de clones baseada no índice proporcionou uma eficiência relativa de 62% superior à seleção direta para produção de tubérculos. Visando também explorar a

resposta correlacionada, Torres, Galan e Dias (1974) trabalhando com apenas cinco cultivares, estabeleceram um índice combinando os caracteres número de ramos, número de folhas, largura do folíolo terminal e número de tubérculos e obtiveram uma eficiência relativa de 1912% comparada à seleção aplicada diretamente para produção de tubérculos. Segundo os autores, a eficiência dos diferentes índices de seleção investigados visando incremento da produção de tubérculos aumentou à medida que se incluiu no índice caracteres correlacionados com produção porém não correlacionados entre si.

Baseado nos trabalhos apresentados na literatura, verifica-se que os melhoristas de batata selecionam para múltiplas características de maneira informal. A experiência e o entendimento global das relações entre os caracteres poderá permitir progressos significativos no melhoramento da batata. Deve-se também considerar o sucesso já comprovado em programas de melhoramento com outras culturas pelo emprego do índice de seleção (Subandi, Compton e Empig, 1973; Rosielle e Frey, 1975; Rosielle, Eagles e Frey, 1977; Kauffmann e Dudley, 1979).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

Os cruzamentos foram feitos em casa de vegetação conforme metodologia descrita por Martins e Pinto (1994), exceto pela utilização da lâmpada de luz mista de 160 Watts.

Foram avaliadas 42 famílias oriundas de um cruzamento em esquema dialélico parcial envolvendo um grupo de sete cultivares introduzidas (Atlantic, Desireé, Monona, Marijke, Kennebec, Shepody e Monalisa) e seis nacionais (Apuã, Aracy, Baronesa, Chiquita, Itararé e Mantiqueira). As cultivares Achat e Baraka foram usadas como testemunhas.

Os materiais parentais foram provenientes de plântulas oriundas do cultivo in vitro de meristemas recebidos do Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN), exceto as cultivares Apuã e Itararé, que foram provenientes do Instituto Agronômico de Campinas (IAC). Todas essas plântulas foram multiplicadas in vitro em meio de cultura de Murashige e Skoog (1962) no laboratório de cultura de tecidos da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Posteriormente as mudas foram transplantadas para vasos em casa de vegetação para obtenção dos tubérculos-sementes.

3.2 Multiplicação dos clones

As sementes botânicas referentes aos 42 cruzamentos, foram tratadas com ácido giberélico a 1500 ppm por 24 horas e posteriormente semeadas em bandejas de isopor contendo substrato organo-mineral. Após 30 dias os "seedlings" foram transplantados para sacos plásticos (10X10cm) contendo terra de barranco peneirada e adubada com 250g da formulação comercial 4-14-8 (N-P₂O₅-K₂O) por aproximadamente 80Kg de terra. Os mini-tubérculos obtidos (gerações ou "seedling") foram plantados também em sacos plásticos (10X10cm) com a mesma adubação anterior e transplantados para campo quando as plântulas atingiram aproximadamente 10-15 cm de altura. Os clones foram colhidos separadamente e multiplicados por duas gerações em campo com adubação de 3 t/ha da formulação 4-14-8 juntamente com 13 kg/ha do inseticida granulado aldicarb em sua composição comercial a 5%. Por volta de 30 dias após o plantio fez-se a adubação nitrogenada na base de 60 Kg/ha (300 Kg/ha de sulfato de amônio) juntamente com a operação de amontoa. As capinas, irrigações e controle fitossanitário foram realizadas todas as vezes que se fizeram necessárias, visando manter a cultura sem competição de plantas invasoras ou danos por pragas e doenças.

3.3 Condução dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos em dois locais: um em propriedade particular localizada no município de Madre de Deus-MG

e outro na Universidade Federal de Lavras.

3.3.1 Ensaio de Madre de Deus

Uma parte dos tubérculos dos clones de terceira geração foi utilizada para instalação do experimento em Madre de Deus. O ensaio foi plantado em solo originalmente sob vegetação de cerrado na safra das águas em outubro de 1994 empregando-se o delineamento em blocos casualizados com três repetições. As parcelas foram constituídas por vinte plantas distribuídas em duas linhas com dez plantas em cada e espaçadas de 0,30m e entre linhas de 0,80m. Cada família foi representada por uma amostra aleatória de vinte clones. Os cinquenta e sete tratamentos foram assim distribuídos: quarenta e duas famílias, treze pais e as cultivares testemunhas Baraka e Achat.

As práticas culturais empregadas neste ensaio foram as mesmas realizadas pelo produtor em sua lavoura. O ensaio recebeu ótimo manejo desde o bom preparo e adubação do solo até as pulverizações periódicas com fungicidas e inseticidas, o que pôde ser constatado, pelo excelente vigor das plantas no experimento.

3.3.2 Ensaio de Lavras

A outra parte dos tubérculos de terceira geração clonal foi utilizada para nova multiplicação em virtude do número reduzido de tubérculos para instalação desse ensaio. Esse plantio foi

realizado em novembro de 1994 na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) em Maria da Fé-MG. Obteve-se portanto tubérculos de quarta geração clonal os quais foram utilizados para plantio do experimento de Lavras na safra de inverno em maio de 1995, sendo vinte o número de clones representantes de cada família exceto para as famílias Apuã x Shepody e Baronesa x Shepody com dezesseis clones cada, Itararé x Shepody com dezoito clones, Baronesa x Monalisa com dez clones e Aracy x Monalisa com dezessete clones.

O ensaio foi conduzido na área experimental do Departamento de Biologia, em solo classificado como latossolo vermelho escuro distrófico, textura argilosa e relevo suavemente ondulado. Lavras está localizada na região sul do Estado de Minas Gerais, a 910 metros de altitude, $21^{\circ}14'S$ de latitude e $45^{\circ}00'W$ de longitude.

Visando obter informações dos cruzamentos e ao mesmo tempo avaliar e selecionar clones empregou-se o delineamento de blocos aumentados (Federer, 1956). Assim, foram avaliados como tratamentos regulares os 817 clones representando as 42 famílias híbridas (cerca de vinte clones por família) e os treze pais. Esses tratamentos foram distribuídos em quarenta blocos com vinte tratamentos regulares e mais outros dois blocos com quinze tratamentos regulares cada. Como tratamento comum a todos os blocos utilizou-se as cultivares Achat e Baraka. A parcela constituiu-se de uma linha com cinco plantas espaçadas de 0,35m e entre linhas de 0,75m.

Por ocasião do plantio foi feita uma adubação com 3 t/ha da formulação 4-14-8 e 13 kg/ha do inseticida granulado aldicarb e aplicação do herbicida metribuzim. Por volta de 40 dias após o plantio realizou-se a adubação nitrogenada em cobertura, com 60 Kg/ha de nitrogênio (300 Kg/ha de sulfato de amônio), juntamente com a operação de amontoa. As irrigações e controle fitossanitário foram realizadas todas as vezes que se fizeram necessárias, visando manter a cultura sem danos de pragas e doenças.

3.4 Características avaliadas

3.4.1 Em ambos os ensaios

- a) Produção total de tubérculos por planta (g);
- b) Produção de tubérculos comerciáveis (diâmetro transversal maior que 33mm) por planta (g);
- c) Peso médio de tubérculos graúdos (diâmetro transversal maior que 45mm) (g);
- d) Peso médio de tubérculos médios (diâmetro transversal maior que 33mm e menor que 45mm) (g);
- e) Porcentagem da produção total de tubérculos graúdos;
- f) Número de tubérculos graúdos por planta;
- g) Número de tubérculos médios por planta;
- h) Densidade relativa de tubérculos,

calculada conforme a expressão:
$$\text{Densidade} = \frac{\text{peso no ar}}{\text{peso ar} - \text{peso água}}$$

onde:

o peso no ar e na água foram obtidos em balança hidrostática.

3.4.2 No ensaio de Lavras

- a) Aparência geral de tubérculos (notas de 1 a 9), considerando-se as notas maiores para os clones com profundidade das gemas mais superficiais, película mais lisa sem ranhaduras ou rachaduras e formato de tubérculos mais alongado;
- b) Índice de formato de tubérculos determinado pela razão entre o diâmetro transversal maior e o comprimento longitudinal;
- c) Índice de formato de tubérculos expresso pela relação entre o diâmetro transversal menor e maior;
- d) Vigor de plantas (notas de 1 a 9), notas maiores para as plantas mais vigorosas;
- e) Ciclo vegetativo, em dias após a emergência de 50% das plantas de cada parcela.

3.5 Metodologias estatísticas

3.5.1 Análise de variância

3.5.1.1 Ensaio de Madre de Deus

Os dados inicialmente foram submetidos a uma análise de variância, para cada característica separadamente, empregando o seguinte modelo para blocos casualizados (Steel e Torrie, 1980):

$$Y_{ij} = \mu + t_i + r_j + e_{ij}$$

onde,

Y_{ij} : é a observação do i -ésimo tratamento na j -ésima repetição;

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

- t_i : é o efeito fixo do i -ésimo tratamento ($i=1,2,\dots,57$);
 r_j : é o efeito aleatório da j -ésima repetição ($j=1,2$ e 3);
 e_{ij} : é o efeito aleatório do erro experimental do i -ésimo tratamento na j -ésima repetição admitindo-se que os erros são independentes e normalmente distribuídos com média zero e variância σ^2 .

3.5.1.2 Ensaio de Lavras

Em Lavras o seguinte modelo para delineamento em blocos aumentados (Federer, 1956) foi empregado:

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

onde,

- Y_{ij} : é a observação do i -ésimo tratamento regular ou i' -ésimo tratamento comum no j -ésimo bloco;
 μ : é o efeito fixo da média geral do ensaio;
 $t_{i'}$: é o efeito fixo do i' -ésimo tratamento comum ($i'=1,2$);
 $t_{i(j)}$: é o efeito aleatório do i -ésimo tratamento regular ($i=1,2,\dots,830$) dentro do j -ésimo bloco;
 b_j : é o efeito aleatório do j -ésimo bloco incompleto ($j=1,2,\dots,42$);
 $e_{j(i)}$: é o efeito aleatório do erro experimental do i -ésimo tratamento regular ou i' -ésimo tratamento comum dentro do j -ésimo bloco assumindo-se que os erros são independentes e normalmente distribuídos com média zero e variância σ^2 .

A recuperação da informação interblocos foi feita através da expressão derivada por Ferreira (Anexo A) para estimar o "erro efetivo" após a análise intrablocos. De posse das médias ajustadas obteve-se nova soma de quadrados e novo quadrado médio para clones sendo a esperança matemática equivalente a $\hat{\sigma}^2 + \hat{\sigma}_G^2$, onde $\hat{\sigma}^2$ é a variância do erro efetivo e $\hat{\sigma}_G^2$ é a variância genética.

3.5.2 Análise dialélica

Após a realização das análises de variâncias em blocos casualizados e em blocos aumentados obtiveram-se respectivamente as médias e médias ajustadas para tratamentos as quais foram utilizadas na análise dialélica.

Para ambos os ensaios empregou-se o modelo parcial-ST proposto por Geraldi e Miranda Filho (1988) considerando o efeito de pais como fixo. Neste modelo a soma de quadrados total é ortogonalmente decomposta nos efeitos de pais, cruzamentos e pais vs cruzamentos. Na sequência a soma de quadrados devido a cruzamentos é desdobrada nos efeitos de capacidade geral e específica de combinação conforme o modelo para o método IV previamente definido por Griffing (1956b) e adaptado por Geraldi e Miranda Filho (1988) para esquema dialélico parcial, sendo:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + e_{ij}$$

onde,

Y_{ij} : é a média do cruzamento entre o i-ésimo parental do grupo I e o j-ésimo parental do grupo II;

- μ : é o efeito fixo da média de todos os cruzamentos;
- g_i : é o efeito fixo da CGC do i-ésimo parental ($i=1,2,\dots,6$);
- g_j : é o efeito fixo da CGC do j-ésimo parental ($j=1,2,\dots,7$);
- s_{ij} : é o efeito fixo da CEC para o cruzamento dos parentais de ordem ij;
- e_{ij} : é o erro experimental associado a cada média da tabela dialélica.

No ensaio de Madre de Deus as somas de quadrados relativas às causas de variação do modelo descrito por Geraldi e Miranda Filho (1988) foram multiplicadas por três que equivale ao número de repetições. Em Lavras, somente as somas de quadrados de família com os respectivos desdobramentos em CGC I, CGC II e CEC foram multiplicadas por 19,18 que corresponde à média harmônica do número de clones que originaram as médias de cada família. As demais somas de quadrados em Lavras foram obtidas de maneira usual considerando que as médias dos pais foram provenientes de uma observação.

3.5.3 Análise conjunta

Antes de realizar a análise conjunta verificou-se a homogeneidade de variâncias residuais entre as análises de cada local referentes a cada variável conforme a relação entre variâncias sugerida por Gomes (1985).

O modelo para a análise dialélica conjunta foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + l_k + g_i + g_j + s_{ij} + (gl)_{ik} + (gl)_{jk} + (sl)_{ijk} + e_{ijk}$$

onde,

- Y_{ijk} : é a média do cruzamento entre o i-ésimo parental do grupo I e o j-ésimo parental do grupo II no k-ésimo local;
- μ : é o efeito fixo da média de todos os cruzamentos;
- l_k : é o efeito fixo do local ($k=1,2$);
- g_i : é o efeito fixo da CGC do i-ésimo parental ($i=1,2,\dots,6$);
- g_j : é o efeito fixo da CGC do j-ésimo parental ($j=1,2,\dots,7$);
- s_{ij} : é o efeito fixo da CEC para o cruzamento dos parentais de ordem ij;
- $(gl)_{ik}$: é o efeito fixo da CGC do i-ésimo parental no k-ésimo local;
- $(gl)_{jk}$: é o efeito fixo da CGC do j-ésimo parental no k-ésimo local;
- $(sl)_{ijk}$: é o efeito fixo da CEC para o cruzamento dos parentais de ordem ij no k-ésimo local;
- e_{ijk} : é o erro médio associado a cada média da tabela dialéctica.

O quadrado médio do erro médio foi obtido através da média ponderada pelos graus de liberdade das variâncias residuais dos respectivos experimentos (Cochran e Cox, 1966) conforme apresentado abaixo;

$$QM \text{ erro médio} = \frac{\frac{QM_{Madre Deus}}{r} \cdot n_{Madre Deus} + \frac{QM_{Lavras}}{\bar{r}_h} \cdot n_{Lavras}}{n_{Madre Deus} + n_{Lavras}}$$

onde,

r : é o número de repetições do ensaio de Madre de Deus;

\bar{r}_h : é a média harmônica do número de clones que originaram as médias de cada família em Lavras;

n : é o número de graus de liberdade para cada ensaio.

3.5.4 Estimativas de parâmetros genéticos e estatísticos

3.5.4.1 Herdabilidade

A herdabilidade no sentido amplo para seleção de clones no ensaio de Lavras foi obtida pela expressão:

$$h_a^2 \text{ clones} = \frac{\hat{\sigma}_G^2}{\hat{\sigma}^2 + \hat{\sigma}_G^2}$$

onde,

$\hat{\sigma}_G^2$: é a variância genética;

$\hat{\sigma}^2$: é a variância residual ou erro efetivo.

3.5.4.2 Ganhos por seleção

O ganho com a seleção direta para os caracteres foram obtidos assim:

$$GS (\%) = \frac{d_s \cdot h_a^2}{\bar{x}_o} \cdot 100$$

onde,

$GS (\%)$: é o ganho com a seleção;

d_s : é o diferencial de seleção, obtido pela diferença entre as médias dos indivíduos selecionados (\bar{x}_s) e a média da população (\bar{x}_0);

h_a^2 : é a herdabilidade no sentido amplo a nível de clones.

e pela seleção indireta da seguinte forma:

$$GS_{j(I)} (\%) = \frac{d_{s_{j(I)}} \cdot \hat{h}_j^2}{\bar{x}_0} \cdot 100$$

onde,

$GS_{j(I)} (\%)$: é o ganho esperado para o carácter j pela seleção indireta com base no índice I;

$d_{s_{j(I)}}$: é o diferencial de seleção, obtido pela diferença entre médiado carácter j dos clones selecionados (\bar{x}_s) com base no índice (I) e a média original da população (\bar{x}_0);

\hat{h}_j^2 : é a herdabilidade no sentido amplo a nível de clones para carácter j.

3.5.4.3 Coeficientes de variação genético e ambiental

Para cada característica foi obtido o coeficiente de variação genético e ambiental como se segue:

$$CVG (\%) = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_G^2}}{\hat{m}} ; \quad CVE (\%) = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}^2}}{\hat{m}}$$

onde,

CVG: é o coeficiente de variação genético em percentagem;

CVE: é o coeficiente de variação ambiental em porcentagem;

\bar{m} : é a média geral do ensaio;

$\hat{\sigma}_g^2$: é a variância genética;

$\hat{\sigma}^2$: é a variância residual.

3.5.4.4 Coeficientes de correlação

Os dados dos caracteres avaliados em Lavras foram pareados em todas as combinações possíveis. Em cada caso, os pares de caracteres x e y foram somados, obtendo-se $z_i = x_i + y_i$; com os dados x_i , y_i e z_i foram feitas as análises de variância conforme o delineamento empregado.

Utilizando-se da propriedade de variâncias para soma de duas variáveis, tem-se:

$$V_{(z)} = V_{(x)} + V_{(y)} + 2 \text{COV}_{(x,y)}$$

de onde se obtém que:

$$\text{COV}_{(x,y)} = \frac{V_{(x+y)} - V_{(x)} - V_{(y)}}{2}$$

onde,

x e y : são os caracteres a serem correlacionados;

$V_{(z)} = V_{(x+y)}$: é a variância da soma dos caracteres x e y;

$V_{(x)}$ e $V_{(y)}$: é a variância dos caracteres x e y respectivamente;

$\text{COV}_{(x,y)}$: é a covariância ou produto médio (fenotípica ou genotípica) dos caracteres x e y.

Note-se que $\text{COV}_{(x,y)}$ corresponde ao produto médio dos caracteres x e y e foi obtido conforme a tabela 2.

TABELA 02. Procedimento para se obter as estimativas dos produtos médios.

Causas de variação	Quadrados médios			Produtos médios
	x	y	z	
Clones	$QM_{G(x)}$	$QM_{G(y)}$	$QM_{G(z)}$	$PM_{G(xy)} = \frac{1}{2}(QM_{G(z)} - QM_{G(x)} - QM_{G(y)})$
Erro efetivo	$QM_{e(x)}$	$QM_{e(y)}$	$QM_{e(z)}$	$PM_{e(xy)} = \frac{1}{2}(QM_{e(z)} - QM_{e(x)} - QM_{e(y)})$

Segundo Mode e Robinson (1959) as esperanças dos produtos médios são exatamente equivalentes às esperanças dos respectivos quadrados médios das análises de variâncias. É necessário somente substituir a palavra variância por covariância (tabela 3).

TABELA 03. Esperança dos quadrados médios e produtos médios.

Causas de variação	E(QM)	E(PM) _{xy}
Clones	$\hat{\sigma}^2 + \hat{\sigma}_G^2$	$\hat{\sigma}_{e_{xy}} + \hat{\sigma}_{G_{xy}}$
Erro efetivo	$\hat{\sigma}^2$	$\hat{\sigma}_{e_{xy}}$

onde,

$\hat{\sigma}^2$: é a variância ambiental ou erro efetivo para o caráter x ou y;

$\hat{\sigma}_G^2$: é a variância genética para o caráter x ou y;

$\hat{\sigma}_{e_{xy}}$: é a covariância ambiental para os caracteres x e y;

$\hat{\sigma}_{G_{xy}}$: é a covariância genética para os caracteres x e y.

Os coeficientes de correlação fenotípica (r_f) e

genotípica (r_g) foram calculados de acordo com as seguintes expressões:

a) correlação fenotípica:

$$r_F = \frac{PM_{G(xy)}}{\sqrt{QM_{G(x)} \cdot QM_{G(y)}}$$

b) correlação genotípica:

$$r_G = \frac{\hat{\sigma}_{G(xy)}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{G(x)}^2 \cdot \hat{\sigma}_{G(y)}^2}}$$

A significância dessas correlações foi testada sob a hipótese de que a verdadeira correlação (parâmetro) é nula, através do teste t com n-2 graus de liberdade (Cruz e Regazzi, 1994).

Para as correlações fenotípicas empregou-se,

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

e para as correlações genéticas utilizou-se,

$$t = \frac{r}{\sigma_r}$$

onde,

r : é a correlação fenotípica ou genética;

n : é o número de tratamentos avaliados;

σ_f : é o desvio padrão da estimativa, estimado conforme Vencovsky e BARRIGA (1992).

3.5.5 Índice de seleção

O índice foi descrito como a seguir:

$$I = b_1P_1 + \dots + b_iP_i$$

onde,

I : é o índice de seleção;

b_i : é o coeficiente estimado atribuído a i -ésima característica no índice de seleção I ;

P_i : é o valor fenotípico observado para a i -ésima característica.

3.5.5.1 Seleção de uma característica

Pela solução de $\hat{b} = P^{-1}g$ (Baker, 1986) obteve-se o índice (I) visando resposta correlacionada à seleção para produção total de tubérculos por planta, onde:

\hat{b} : é o vetor de dimensão $n \times 1$ dos coeficientes de ponderação dos índices a serem estimados;

P^{-1} : é a inversa da matriz P de dimensão $n \times n$ de variâncias e covariâncias fenotípicas entre os caracteres;

g : é o vetor de dimensão $n \times 1$ de covariâncias genéticas dos n caracteres com o caráter por ser melhorado (produção total de tubérculos por planta).

3.5.5.2 Seleção de múltiplas características

Os índices foram estimados da forma que se segue, de acordo com Cruz e Regazzi (1994).

a) Índice clássico (Smith, 1936 e Hazel, 1943)

Resolvendo-se o seguinte sistema matricial, $\hat{b} = P^{-1}Ga$, estimou-se os coeficientes b_i do índice I;

onde,

G : é a matriz de dimensão $n \times n$ de variâncias e covariâncias genéticas entre os caracteres;

a : é o vetor de dimensão $n \times 1$ de pesos econômicos (ou parâmetros estatísticos) previamente estabelecidos.

No presente trabalho além de serem definidos os pesos econômicos, optou-se também por estabelecê-los mediante parâmetros estatísticos obtidos dos próprios dados experimentais, conforme sugerido por Cruz (1990). Estes parâmetros foram, o desvio padrão genético e sua recíproca e a relação entre o coeficiente de variação genético e experimental.

b) Índice base (Williams, 1962)

Neste índice os valores fenotípicos médios dos caracteres são ponderados diretamente pelos seus respectivos pesos econômicos ou parâmetros estatísticos. Tem-se portanto, $I = \sum_{i=1}^n a_i P_i$

c) Índice com base nos ganhos desejados (Peseck e Baker, 1969b)

Os coeficientes b_i foram estimados por, $\hat{b} = G^{-1} \Delta g_d$,

onde,

G^{-1} : é a inversa da matriz G de dimensão $n \times n$ de variâncias e covariâncias genéticas entre os caracteres;

Δg_d : é o vetor de ganhos desejados. Neste trabalho considerou-se os ganhos equivalentes a um desvio padrão para cada caráter conforme Crosbie, Mock e Smith (1980); Vieira (1988) e Cruz (1990).

d) Índice livre de pesos e parâmetros (Elston, 1963)

Este índice é definido de forma multiplicativa por,

$$I = w_1 \cdot w_2 \cdot \dots \cdot w_n,$$

em que,

$$w_j = x_j - k_n$$

onde,

n : é o número de caracteres do índice;

w_j : é o peso atribuído ao caráter n para o j -ésimo indivíduo ou família;

x_j : é o valor fenotípico observado para cada caráter;

k_n : é o valor mínimo pré-estabelecido para os n caracteres.

e) Índice com base na soma de postos ou ranks (Mulamba e Mock, 1978)

Este índice consiste em classificar os clones em relação a cada um dos caracteres, em ordem favorável ao melhoramento. Uma vez

classificados, são somadas as ordens de cada material genético referente a cada caráter, resultando em uma medida adicional tomada como índice de seleção (Cruz e Regazzi, 1994).

f) Índice multiplicativo (Subandi, Compton e Empig, 1973)

Inicialmente padroniza-se as variáveis. Posteriormente, o índice é obtido por:

$$I = X_1 \cdot X_2 \cdot \dots \cdot X_n,$$

onde,

X_n : médias padronizadas associadas à cada clone.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise dialéctica

4.1.1 Ensaio de Madre de Deus

Os resumos das análises de variância referentes aos oito caracteres encontram-se na tabela 4. A precisão do experimento foi considerada boa para a maioria dos caracteres avaliados, com coeficientes de variação ambiental dentro dos padrões normalmente constatados para a cultura da batata (Vermeer, 1990; Gualberto e Pinto, 1993; Bearzoti, 1994; Momenté, 1994; Martins, 1995).

Verifica-se, na tabela 4, diferenças significativas entre médias de tratamentos para todas as características avaliadas. Segundo Vencovsky (1987) a relação CVg/CVe representa uma informação a mais para o melhorista e neste ensaio evidenciou-se para todos os caracteres, com exceção de peso médio de tubérculos médios, o quociente maior que a unidade, indicando uma situação favorável para a seleção.

Pela tabela 5 observa-se que as médias das cultivares empregadas como parentais foram, para a maioria dos caracteres, inferiores às médias das testemunhas Achat e Baraka. Por outro lado, houve populações híbridas com médias bastante elevadas

TABELA 04. Resumo das análises de variância e estimativas de parâmetros genéticos para caracteres de produção e densidade de tubérculos. Madre de Deus-MG, 1995.

Causas da variação	G.L.	QM							
		Produção total de tubérculos/planta (g)	Produção de tubérculos comerciáveis/planta (g)	Peso médio de tubérculos graúdos (g) (diâmetro >45mm)	Peso médio de tubérculos médios (g) (33 < diâm. < 45mm)	Porcentagem da produção total/pl de tub. graúdos	Número de tubérculos/pl. graúdos/pl.	Número de tubérculos médios/pl.	Densidade de tub. $\times 10^{-4}$
Tratamentos	56	57681,50**	46894,76**	583,31**	50,29**	468,48**	2,07**	4,93**	0,74**
resíduo	112	13363,06	11511,04	131,72	16,66	65,14	0,47	0,42	0,09
CVg-coef. variação gen.(%)	20,79	21,60	10,10	6,62	20,00	26,16	38,33	0,44	
CVe-coef. variação amb.(%)	19,77	21,34	9,45	8,07	13,92	24,63	20,49	0,28	
CVg/CVe	1,05	1,01	1,06	0,82	1,43	1,06	1,87	1,54	

** - significativo ao nível de 1% pelo teste F.

para os caracteres avaliados destacando-se o cruzamento Baronesa x Monalisa por associar níveis considerados ótimos em relação a produção total e comercial de tubérculos por planta, peso médio de tubérculos graúdos e porcentagem da produção total de tubérculos graúdos. Embora outros cruzamentos tais como Mantiqueira x Atlantic, Mantiqueira x Marijke, Aracy x Shepody, Apuã x Monalisa e Mantiqueira x Monalisa tenham apresentado níveis elevados para produção, o mesmo não ocorreu em relação à porcentagem total da produção de tubérculos graúdos, com valores inferiores a 70% (tabela 6).

De maneira geral a densidade relativa dos tubérculos para as populações híbridas e parentais foram de baixa magnitude (tabela 5 e 6) em relação ao valor de 1,080 considerado necessário para atender a indústria de batata frita (Gould, 1988). Pela tabela 5

TABELA 05. Médias dos pais e testemunhas para caracteres de produção e densidade de tubérculos. Madre de Deus-MG, 1995.

	Pais	Produção total de tubérculos/planta (g)	Produção de tubérculos comerciáveis/planta (g)	Peso médio de tubérculos graúdos (g) (diâmetro>45mm)	Peso médio de tubérculos médios (g) (33<diâm.<45mm)	Porcentagem da produção total/pl de tub.graúdos	Número de tubérculos graúdos/pl.	Número de tubérculos médios /pl.	Densidade de tub. x10 ⁻⁴
Grupo I	Apuã	288,713	192,427	90,874	42,616	29,318	0,925	2,538	1,0578
	Aracy	755,711	600,907	100,521	45,597	51,383	3,847	4,688	1,0678
	Baronesa	621,667	544,583	131,598	57,839	63,234	2,950	2,683	1,0604
	Chiquita	645,658	595,110	114,747	47,321	69,875	3,992	3,021	1,0613
	Itararé	424,176	404,707	129,385	54,425	72,842	2,381	1,688	1,0586
	Mantiqueira	725,859	502,778	85,284	44,416	17,113	1,456	8,504	1,0443
Grupo II	Atlantic	700,000	681,250	148,014	45,009	87,798	4,166	1,416	1,0660
	Desiréé	585,833	512,500	109,278	47,705	61,172	3,250	3,250	1,0535
	Kennebec	272,083	244,167	118,062	54,167	73,432	1,675	0,891	1,0551
	Marijke	452,857	414,048	146,701	58,750	68,528	2,119	1,571	1,0638
	Monalisa	726,075	628,399	129,436	54,631	63,805	3,574	3,125	1,0570
	Monona	459,167	411,806	128,117	49,148	73,467	2,636	1,511	1,0492
	Shepody	340,000	309,444	148,214	63,056	60,399	1,348	1,703	1,0520
	nédia grupo I	576,963	473,418	108,734	48,702	50,627	2,592	3,854	1,0584
	nédia grupo II	505,145	457,373	132,546	53,209	69,800	2,681	1,924	1,0567
	nédia geral	584,570	502,760	121,353	50,541	57,970	2,795	3,195	1,0587
	nédia test. Achat	730,310	682,086	130,704	48,499	69,365	3,872	3,641	1,0604
	nédia test. Baraka	756,944	696,527	129,893	51,481	65,767	3,811	3,761	1,0521

observa-se que os valores obtidos para as cultivares Atlantic (1,066) e Kennebec (1,055) foram muito inferiores àqueles relatados na literatura de $1,081 \pm 0,005$ e $1,073 \pm 0,007$ respectivamente para essas mesmas cultivares em avaliações por período de onze anos nos Estados Unidos (Gould, 1988). Outro valor atípico foi o apresentado pela testemunha Baraka (tabela 5). Normalmente a densidade relativa de tubérculos dessa cultivar nas condições de cultivo do sul de Minas apresenta uma variação em torno de 1,075 que corresponderia a aproximadamente 20% de matéria seca, conforme alguns relatos (Pinto et al., 1994). Verificou-se portanto que

Baraka foi mais sensível aos efeitos adversos de temperaturas elevadas do que a outra testemunha, Achat, a qual manteve sua performance média quanto ao teor de matéria seca de tubérculos, variando frequentemente em torno de 17% ou aproximadamente com densidade de 1,060. De fato, tem sido constatado que os fatores ambientais afetam a densidade relativa de tubérculos (Johansen et al., 1967; Schippers, 1976; Haynes, Haynes e Henderson, 1989) com reduções significativas sob temperaturas elevadas (Menezes e Pinto, 1995). Portanto pôde-se verificar neste ensaio que, pelo fato do plantio ter sido realizado no período das "águas", onde as temperaturas são mais elevadas, os valores de densidade relativa de tubérculos para os diferentes materiais avaliados foram reduzidos.

O resumo da análise dialélica encontra-se na tabela 7. Observa-se nesta tabela, ampla variação entre os tratamentos para todos os caracteres avaliados, sendo desdobrados nos efeitos de pais, cruzamentos e o contraste pais vs cruzamentos. Analisando-se o comportamento dos pais verificou-se variação dentro de grupos para todos os caracteres e variação entre grupos somente para as variáveis peso médio de tubérculos graúdos e médios, porcentagem de tubérculos graúdos e número de tubérculos médios. Para o grupo I algumas cultivares nacionais tiveram produções muito aquém do esperado (tabela 5). De fato, para as cultivares Apuã e Itararé houve incertezas no que diz respeito a presença de viroses na batata-semente utilizada. Por outro lado, a falta de adaptação de algumas cultivares importadas (grupo II) acarretou em redução nas produções das mesmas.

TABELA 06. Médias dos híbridos para caracteres de produção e densidade de tubérculos. Madre de Deus-MG, 1995.

Cruzamentos	Produção total de tubérculos/planta (g)	Produção de tubérculos comerciáveis/planta (g)	Peso médio de tubérculos graúdos (g) (diâmetro > 45mm)	Peso médio de tubérculos médios (g) (33 < diâmetro < 45mm)	Porcentagem da produção total/pl de tub. graúdos	Número de tubérculos graúdos/pl.	Número de tubérculos médios/pl.	Densidade de tub. x10 ⁻⁴
Apuã x Atlantic	592,917	480,833	119,524	47,296	57,946	3,100	2,116	1,0572
Apuã x Desireé	506,620	407,676	126,083	48,424	49,813	2,009	3,137	1,0576
Apuã x Kennebec	408,185	333,093	108,963	47,009	49,533	1,887	2,646	1,0563
Apuã x Marijke	402,873	318,311	116,352	52,346	44,806	1,567	2,564	1,0620
Apuã x Monalisa	809,583	681,667	114,975	53,399	52,313	3,683	4,800	1,0552
Apuã x Monona	458,772	379,452	127,622	51,338	51,058	1,886	2,820	1,0543
Apuã x Shepody	414,386	393,882	126,357	46,880	62,229	2,031	2,923	1,0638
Aracy x Atlantic	625,833	562,917	118,231	48,585	60,977	3,216	3,733	1,0619
Aracy x Desireé	557,624	466,213	111,231	48,156	49,695	2,480	3,899	1,0487
Aracy x Kennebec	610,619	563,835	154,055	48,698	78,981	3,137	1,637	1,0589
Aracy x Marijke	647,083	522,500	111,837	51,715	45,475	2,683	4,133	1,0636
Aracy x Monalisa	656,645	522,368	109,718	53,035	40,061	2,401	4,775	1,0564
Aracy x Monona	571,250	507,917	127,180	52,396	68,252	3,116	2,250	1,0523
Aracy x Shepody	731,574	656,296	133,433	57,320	66,402	3,635	2,975	1,0572
Baronesa x Atlantic	642,750	599,583	137,540	52,242	71,486	3,366	2,583	1,0695
Baronesa x Desireé	624,583	499,583	120,209	49,855	42,407	2,233	4,616	1,0603
Baronesa x Kennebec	580,750	512,917	134,754	57,432	61,073	2,650	2,666	1,0602
Baronesa x Marijke	597,105	469,846	124,601	56,850	41,602	1,988	3,792	1,0607
Baronesa x Monalisa	974,861	897,676	134,897	55,960	74,721	5,400	2,940	1,0565
Baronesa x Monona	654,259	542,824	132,537	55,776	55,916	2,788	3,153	1,0589
Baronesa x Shepody	575,417	510,083	126,708	49,913	61,412	2,800	3,033	1,0604
Chiquita x Atlantic	458,246	424,408	138,285	47,124	72,504	2,457	1,854	1,0633
Chiquita x Desireé	523,274	414,583	105,561	49,822	47,954	2,385	3,231	1,0608
Chiquita x Kennebec	462,873	400,526	137,379	53,006	58,709	2,008	2,284	1,0582
Chiquita x Marijke	551,667	447,500	111,209	52,685	41,835	2,050	4,100	1,0617
Chiquita x Monalisa	691,140	541,228	100,363	46,127	46,785	3,251	4,651	1,0572
Chiquita x Monona	678,241	588,102	113,507	47,127	60,045	3,614	3,668	1,0612
Chiquita x Shepody	595,167	518,750	125,112	51,653	64,487	3,066	2,633	1,0618
Itararé x Atlantic	433,346	398,171	112,691	48,750	66,699	2,570	2,125	1,0649
Itararé x Desireé	488,917	424,583	116,372	48,918	51,664	2,266	3,116	1,0552
Itararé x Kennebec	477,917	405,833	120,682	48,472	59,049	2,366	2,400	1,0608
Itararé x Marijke	457,220	390,231	137,023	51,430	62,821	2,098	1,969	1,0702
Itararé x Monalisa	637,939	577,105	114,167	51,453	57,278	3,261	3,886	1,0604
Itararé x Monona	609,167	523,194	109,814	47,543	63,302	3,505	2,846	1,0603
Itararé x Shepody	527,259	443,987	116,470	42,936	53,094	2,413	3,750	1,0622
Mantiqueira x Atlantic	734,583	679,583	121,263	48,804	66,270	4,116	3,933	1,0643
Mantiqueira x Desireé	656,096	571,053	128,044	49,517	62,317	3,183	3,289	1,0579
Mantiqueira x Kennebec	465,197	401,886	108,989	48,658	61,443	2,641	2,366	1,0564
Mantiqueira x Marijke	812,917	636,667	110,555	48,951	39,536	2,933	6,416	1,0577
Mantiqueira x Monalisa	817,083	670,417	103,670	51,806	47,909	3,816	5,300	1,0539
Mantiqueira x Monona	543,917	460,583	106,296	46,109	53,402	2,783	3,500	1,0505
Mantiqueira x Shepody	569,583	488,750	122,092	50,682	53,561	2,483	3,650	1,0574
média dos híbridos	591,320	505,634	120,865	50,386	56,591	2,793	3,289	1,0593

TABELA 07. Resumo das análises dialélica para caracteres de produção e densidade de tubérculos. Madre de Deus-MG, 1995.

Causas da variação	G.L.	QM							
		Produção total de tubérculos/planta (g)	Produção de tubérculos comerciáveis/planta (g)	Peso médio de tubérculos graúdos (g) (diâmetro >45mm)	Peso médio de tubérculos médios (g) (33 < diâm. < 45mm)	Porcentagem da produção total/pl de tub. graúdos	Número de tubérculos graúdos/pl.	Número de tubérculos médios/pl.	Densidade de tub. x10 ⁻⁴
Tratamentos	54	56885,10**	44618,44**	595,65**	51,87**	474,87**	2,029**	5,084**	0,7395**
Pais	12	90915,50**	68800,12**	1304,76**	123,36**	1084,83**	3,559**	11,925**	1,3398**
Grupo I	5	100361,64**	72339,51**	1153,04**	109,91**	1560,46**	4,664**	18,480**	1,7986**
Grupo II	6	89863,71**	76851,61**	732,79**	122,31**	275,46**	3,218**	2,433**	1,1404**
Grup. I vs Grup. II	1	49995,50	2494,25	5495,16**	196,88**	3562,85**	0,077	36,095**	0,2421
Pais vs Cruzamentos	1	83751,00*	49702,50*	13,87	16,55	566,39**	0,702	6,716**	0,9843**
Cruzamentos	41	46269,73**	37416,87**	402,30**	31,81**	294,11**	1,614**	3,042**	0,5579**
CGC I	5	96694,71**	79586,39**	624,03**	85,46**	138,80	1,969**	3,660**	0,9562**
CGC II	6	119985,50**	87090,00**	458,91**	32,31	864,46**	4,313**	8,661**	1,5677**
CEC	30	23122,41*	20454,00*	354,02**	22,78	205,93**	1,015**	1,816**	0,2895**
Resíduo	112	13363,06	11511,04	131,72	16,66	65,14	0,474	0,429	0,0907
R ² _{CGC I} (%)		25,49	25,94	18,92	32,76	5,76	14,88	14,67	20,90
R ² _{CGC II} (%)		37,95	34,06	16,69	14,86	43,01	39,10	41,66	41,12
R ² _{CGC I+II} (%)		63,43	60,00	35,61	47,63	48,77	53,97	56,33	62,02
R ² _{CEC} (%)		36,57	40,00	64,39	52,40	51,23	46,03	43,67	37,97

*, ** - significativo ao nível de 5 e 1% respectivamente pelo teste F.

R² (%) - coeficiente de determinação

A parte da análise que envolve somente os efeitos de cruzamentos representa o método IV de Griffing (1956b) modificado para análise em esquema dialélico parcial (Geraldi e Miranda Filho, 1988). Neste caso o efeito de cruzamentos é decomposto em capacidade geral combinação do grupo I e II e capacidade específica de combinação. Verifica-se pela tabela 7 extensa variação para esses efeitos considerando os caracteres investigados. Nesta mesma tabela é mostrada a contribuição em termos percentuais das causas de variação devido a CGC I, CGC II e CEC em relação a soma de

quadrados de cruzamentos através das estimativas dos coeficientes de determinação R^2 . Desta forma, constatou-se baseado nas contribuições relativas, que os efeitos devido a CGC apresentaram tendências superiores em relação à CEC para os caracteres produção total e comercial de tubérculos por planta e densidade de tubérculos. Por outro lado, verifica-se que os efeitos devido a CEC foram marcantes para peso médio de tubérculos graúdos indicando que a performance da progênie não pode ser prevista sem a realização dos cruzamentos e avaliação dos híbridos. Para os demais caracteres as contribuições relativas da CGC e CEC mostraram-se semelhantes. Nota-se também que o R^2_{CGC} para a maioria dos caracteres, com exceção de peso médio de tubérculos graúdos e médios, foram inferiores aos observados para os materiais do grupo II. De modo geral, em ampla revisão, Bradshaw e Mackay (1994) relatam que os valores de CGC e CEC têm contribuído em proporções variadas para todos os caracteres de importância agronômica em batata. Neele, Nab e Louwes (1991) sugeriram que a CEC tende a ser mais importante que a CGC em cruzamentos envolvendo pais relacionados, e Tai (1976) sugeriu o mesmo para caracteres que têm sido submetidos a seleção direcional contínua, como por exemplo produção de tubérculos. O fato é que as estimativas destes componentes genéticos de médias têm possibilitado identificar o valor genético das populações, entretanto devem ser considerados de um modo bastante restrito. Extrapolações de tais estimativas devem ser interpretadas com bastante cautela, conforme relatam Bradshaw e Mackay (1994).

As estimativas de capacidade geral e específica de

combinação encontram-se nas tabelas 8 e 9, destacando-se aquelas significativamente diferentes de zero. Normalmente interessam ao melhorista as combinações híbridas, com estimativas da capacidade específica de combinação mais favorável, que envolvam pelo menos um dos progenitores que tenha apresentado o mais favorável efeito da capacidade geral de combinação (Cruz e Regazzi, 1994).

Entre os materiais nacionais pode-se destacar a cultivar Baronesa, por apresentar estimativas de CGC elevadas para a maioria dos caracteres de importância agrônômica (tabela 8). Em outro extremo, verifica-se a baixa performance de Apuã e Itararé no que diz respeito ao seu valor genético como parental. Quanto aos materiais importados (grupo II), Monalisa destaca-se principalmente pelos valores maiores de CGC para caracteres de produção, embora tenha contribuído negativamente para a porcentagem de tubérculos graúdos, peso médio de tubérculos graúdos e a densidade relativa de tubérculos em sua progênie. De maneira generalizada, verifica-se que a princípio, não é recomendado indicar os demais materiais do grupo dos importados para utilização como pais em programas de hibridação com as cultivares nacionais, em virtude de não apresentarem associação entre boas estimativas de CGC para caracteres agronomicamente importantes como produção por planta, porcentagem de tubérculos graúdos e densidade relativa de tubérculos. Entretanto o emprego de algumas das cultivares do grupo II em combinações híbridas podem ser relevados. Pela tabela 9 observa-se boa complementariedade alélica para alguns caracteres nos cruzamentos Apuã x Monalisa, Aracy x Kennebec, Aracy x Shepody,

TABELA 08. Estimativas de capacidade geral de combinação dos pais para caracteres de produção e densidade de tubérculos. Madre de Deus-MG, 1995.

	Pais	Produção total de tubérculos/planta (g)	Produção de tubérculos comerciáveis/planta (g)	Peso médio de tubérculos graúdos (g) (diâmetro > 45mm)	Peso médio de tubérculos médios (g) (33 < diâ. < 45mm)	Porcentagem da produção total/pl de tub. graúdos	Número de tubérculos graúdos/pl.	Número de tubérculos médios/pl.	Densidade de tub. x10 ⁻⁴
Grupo I	Apuã	-77,9861**	-77,7889**	-0,8832	-0,8582	-4,0626**	-0,4844**	-0,2886*	-0,1178*
	Aracy	37,3412	37,5158*	2,8038	1,0295	1,9579	0,1593	0,0536	-0,2246**
	Baronesa	72,9265*	70,4396**	9,3125**	3,6183**	1,7830	0,2386	-0,0346	0,1675**
	Chiquita	-25,5189	-29,1912	-2,0917	-0,7365	-0,5454	-0,1031	-0,0865	0,1345*
	Itararé	-72,4965*	-53,7614**	-2,6914	-1,8854*	2,5384	-0,1534	-0,4190*	0,2785**
	Mantiqueira	65,7338*	52,7861**	-6,4500**	-1,1678	-1,6713	0,3430*	0,7752**	-0,2381**
Grupo II	Atlantic	-10,0407	18,6156	3,7233	-1,5855*	9,3893**	0,3440*	-0,5654**	0,4280**
	Desireé	-31,8007	-41,6851*	-2,9488	-1,2703	-5,9492**	-0,3673*	0,2584	-0,2507**
	Kennebec	-90,3964**	-69,2853**	6,6050**	0,1601	4,8737**	-0,3452*	-0,9563**	-0,0787
	Marijke	-13,1758	-41,4577*	-2,2693	1,9438*	-10,5766**	-0,5736**	0,5395**	0,3403**
	Monalisa	173,2219**	142,7765**	-7,9006**	1,5776*	-3,4130*	0,8420**	1,1025**	-0,2629**
	Monona	-5,3856	-5,2884	-1,3728	-0,3374	2,0715	0,1555	-0,2500	-0,2979**
	Shepody	-22,4223	-3,6757	4,1632	-0,4882	3,6064*	-0,0554	-0,1286	0,1218*
erro padrão grupo I	23,0278	21,3726	2,2863	0,8132	1,6079	0,1371	0,1304	0,0600	
erro padrão grupo II	25,2257	23,4125	2,5045	0,8909	1,7613	0,1502	0,1429	0,0658	

*, ** - significativo ao nível de 5 e 1% respectivamente pelo teste t. ($H_0: \hat{\theta}_i = 0; \hat{\theta}_j = 0$)

Baronesa x Monalisa, Chiquita x Monona e Mantiqueira x Marijke. Contudo esses valores de CEC não apresentam sentido prático se não estiverem associados às médias superiores para os híbridos. Em uma interpretação conjunta entre as tabelas 6, 8 e 9 alguns resultados mereceram atenção. Os cruzamentos Apuã x Monalisa e Mantiqueira x Marijke mostraram-se bastante promissores quando se avaliaram os caracteres produção total e comercial por planta. Neste caso verificou-se que Mantiqueira e Monalisa apresentaram valores positivos e significativos de CGC e além do mais houve boa associação alélica refletida pelos elevados efeitos de CEC e médias

superiores da família para os caracteres de produção por planta. Entretanto estes cruzamentos deixaram muito a desejar no que diz respeito a duas importantes características varietais quais sejam, a porcentagem da produção total de tubérculos graúdos e densidade relativa de tubérculos.

A família Baronesa x Monalisa mostrou grande potencial para seleção de clones produtivos e com elevados percentuais da produção total de tubérculos graúdos (tabelas 6, 8 e 9). Verifica-se que ambos os pais apresentaram efeitos positivos e significativos de CGC para alguns caracteres. Além disso constatou-se boa complementariedade de alelos dispersos em ambos os pais como indicado pelas elevadas CEC e médias de famílias para os principais caracteres de produção. Por outro lado, embora o cruzamento Chiquita x Monona não tenha alcançado níveis de produção por planta tão elevados quanto aos da família Baronesa x Monalisa, este cruzamento pode ser considerado também promissor para seleção de clones por apresentar médias de famílias consideradas relativamente boas e alguns efeitos positivos e significativos de CEC para produção comerciável por planta, porcentagem de tubérculos graúdos da produção total e principalmente densidade relativa de tubérculos (tabelas 6 e 9).

A predição de cruzamentos promissores através dos cruzamentos dialélicos envolve a hibridação dos pais e posterior avaliação experimental das populações. Contudo, se a predição puder ser feita apenas com informações dos parentais a eficiência do programa de melhoramento será maior. Alguns autores (Maris,

TABELA 09. Estimativas de capacidade específica de combinação dos híbridos para caracteres de produção e densidade de tubérculos. Madre de Deus-MG, 1995.

Cruzamentos	Produção total de tubérculos/planta (g)	Produção de tubérculos comerciáveis/planta (g)	Peso médio de tubérculos graúdos (g) (diâmetro >45mm)	Peso médio de tubérculos médios (g) (33 < diâ. < 45mm)	Porcentagem da produção total/pl de tub. graúdos	Número de tubérculos graúdos/pl.	Número de tubérculos médios/pl.	Densidade de tub. $\times 10^{-4}$
Apuá x Atlantic	89,6235	34,3730	-4,1820	-0,6465	-3,9717	0,4462	-0,3191	-0,5097**
Apuá x Desireé	25,0872	21,5162	9,0496	0,1673	3,2342	0,0672	-0,1227	0,2074
Apuá x Kennebec	-14,7521	-25,4668	-17,6238**	-2,6786	-7,8691*	-0,0770	0,6013*	-0,0991
Apuá x Marijke	-97,2851*	-68,0757	-1,3612	0,8745	2,8566	-0,1682	-0,9758**	0,0513
Apuá x Monalisa	123,0275*	111,0455*	2,8931	2,2943	3,1974	0,5319	0,6961*	-0,0208
Apuá x Monona	-49,1761	-43,1046	9,0125	2,1482	-3,5416	-0,5780*	0,0689	-0,0780
Apuá x Shepody	-76,5254	-30,2875	2,2118	-2,1591	6,0942	-0,2223	0,0511	0,4492**
Aracy x Atlantic	7,2128	1,1516	-9,1620	-1,2442	-6,9612*	-0,0808	0,9553**	0,0619
Aracy x Desireé	-39,2362	-35,2510	-9,4890*	-1,9891	2,9050	-0,1052	0,2972	-0,5817**
Aracy x Kennebec	72,3541	89,9711*	23,7808**	-2,8773	15,5586**	0,5297	-0,7498*	0,2654*
Aracy x Marijke	31,5979	20,8081	-9,5627*	-1,6439	-2,4952	0,3038	0,2503	0,3211*
Aracy x Monalisa	-145,2384**	-163,5576**	-6,0509	0,0427	-15,0750**	-1,3933**	0,3293	0,2042
Aracy x Monona	-52,0255	-29,9445	4,8834	1,3185	7,6313*	0,0079	-0,8434**	-0,1699
Aracy x Shepody	125,3352*	116,8225*	5,6005	6,3933**	4,2465	0,7375*	-0,2388	-0,1008
Baronesa x Atlantic	-11,4558	4,8945	3,6387	-0,1768	3,7228	-0,0102	-0,1064	0,4322**
Baronesa x Desireé	-7,8624	-34,8049	-7,0203	-2,8786	-10,0174**	-0,4318	1,1029**	0,1845
Baronesa x Kennebec	6,8999	6,1287	-2,0293	3,2680	-2,1745	-0,0372	0,3677	0,0050
Baronesa x Marijke	-53,9654	-64,7691	-3,3073	0,9021	-6,1936	-0,4702	-0,0026	-0,3584**
Baronesa x Monalisa	137,3925**	178,8262**	12,6197*	0,3782	19,7604**	1,5254**	-1,4178**	-0,1818
Baronesa x Monona	-4,6015	-27,9609	3,7321	2,1098	-4,5293	-0,3991	0,1485	0,0955
Baronesa x Shepody	-66,4074	-62,3143	-7,6337	-3,6027*	-0,5683	-0,1770	-0,0931	-0,1769
Chiquita x Atlantic	-97,5146*	-70,6501	15,7880**	-0,9397	7,0688*	-0,5780*	-0,7834**	-0,1606
Chiquita x Desireé	-10,7264	-20,1741	-10,2644*	1,4436	-2,1421	0,0623	-0,2308	0,2676*
Chiquita x Kennebec	-12,5317	-6,6308	12,0005*	3,1963	-2,2100	-0,3366	0,0372	-0,1629
Chiquita x Marijke	-0,9584	12,5152	-5,2956	1,0921	-3,6319	-0,0670	0,3571	-0,2320
Chiquita x Monalisa	-47,8825	-77,9909	-10,5099*	-5,1000**	-5,8474	-0,2809	0,3458	-0,0731
Chiquita x Monona	117,8254*	116,9477*	-3,8940	-2,1847	1,9279	0,7685*	0,7153*	0,3604**
Chiquita x Shepody	51,7880	45,9832	2,1754	2,4925	4,8346	0,4314	-0,4412	0,0009
Itaráre x Atlantic	-75,4361	-72,3168	-9,2066	1,8352	-1,8193	-0,4145	-0,1798	-0,1369
Itaráre x Desireé	1,8940	14,3961	1,1469	1,6878	-1,5166	-0,0063	-0,0125	-0,4286**
Itaráre x Kennebec	49,4897	23,2464	-4,0971	-0,1881	-4,9545	0,0715	0,4855	-0,0397
Itaráre x Marijke	-48,4277	-20,1831	21,1182**	0,9863	14,2699**	0,0318	-1,4409**	0,4789**
Itaráre x Monalisa	-54,1067	-17,5434	3,8932	1,3747	1,5620	-0,2209	-0,0865	0,1022
Itaráre x Monona	95,7289*	76,6106	-6,9876	-0,6199	2,1006	0,7096*	0,2255	0,1280
Itaráre x Shepody	30,8577	-4,2097	-5,8670	-5,0759**	-9,6121**	-0,1716	1,0087**	-0,1036
Mantiqueira x Atlantic	87,5701	102,5480*	3,1239	1,1720	1,9606	0,6354*	0,4336	0,3133*
Mantiqueira x Desireé	30,8433	54,3179	16,5772**	1,5691	13,3470**	0,4138	-1,0341**	0,3511**
Mantiqueira x Kennebec	-101,4600*	-87,2485*	-12,0312*	-0,7203	1,6495	-0,1503	-0,7421*	0,0315
Mantiqueira x Marijke	169,0386**	119,7045*	-1,5912	-2,2110	-4,8056	0,3701	1,8119**	-0,2607*
Mantiqueira x Monalisa	-13,1924	-30,7796	-2,8451	1,0101	-3,5975	-0,1621	0,1322	-0,0306
Mantiqueira x Monona	-107,7514*	-92,5481*	-6,7464	-2,7719	-3,5889	-0,5090	-0,3150	-0,3358*
Mantiqueira x Shepody	-65,0481	-65,9941	3,5129	1,9520	-4,9650	-0,5980*	-0,2864	-0,0686
erro padrão	56,4064	52,3519	5,6002	1,9920	3,9385	0,3359	0,3196	0,1470

*,** - significativo ao nível de 5 e 1% respectivamente pelo teste t. ($\delta_{i,j} = 0$)

1989; Neele, Nab e Louwes, 1991) têm sugerido o uso do valor médio dos pais como uma boa estimativa da performance média da progênie. Neste aspecto, obteve-se as correlações entre as CGC's e a performance média dos pais e também as correlações entre as médias das famílias e o valor médio dos pais, sendo este último empregado como uma estimativa da média da família. Verifica-se pela tabela 10 que, embora algumas correlações tenham sido significativas, suas magnitudes foram apenas razoáveis e portanto os pais com performance média superior não poderiam, nesta situação, serem selecionados para comporem populações híbridas para fins de seleção. Essas mesmas tendências foram observadas quando correlacionou-se separadamente as médias dos pais com o valor de CGC para cada grupo. Destaca-se pois, baseado na magnitude destes coeficientes de correlação, certa predominância dos efeitos aditivos dos genes para produção total e comercial de tubérculos por planta. Correlacionou-se também as médias das famílias com as médias estimadas a partir do modelo $\hat{y}_{ij} = \hat{m} + \hat{g}_i + \hat{g}_j$ excluindo-se do mesmo os efeitos de CEC. Nota-se pela tabela 10 que os caracteres com correlações inferiores apresentaram menor $R_{CGC}^2_{I+II}$ (tabela 7), indicando que os efeitos de CEC prevaleceram principalmente para peso médio de tubérculos graúdos. Verifica-se também que a exclusão da CEC do modelo não reduziu de forma pronunciada as correlações indicando que este efeito apresenta em termos relativos menor importância na variação dos caracteres avaliados, principalmente para densidade e produção total e comercial de tubérculos. No entanto, os coeficientes de correlação (tabela 10) para produção de

TABELA 10. Correlações entre a média dos pais e os efeitos de CGC, entre a média da família e o valor médio dos pais e entre a média da família e a média estimada conforme o modelo $\hat{y}_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j$. Madre de Deus-MG, 1995.

característica	média pai			média da família	
	CGC	CGC I	CGC II	valor médio dos pais	média estimada $\hat{y}_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j$
Produção total de tubérculos/pl	0,73**	0,70	0,83*	0,60**	0,80**
Produção comercial de tubérculos/pl	0,67**	0,65	0,69*	0,52**	0,77**
Peso médio de tubérculos graúdos	0,31	0,20	0,54	0,23	0,60**
Peso médio de tubérculos médios	0,48*	0,58	0,49	0,36**	0,69**
Porcentagem da prod. total de tubérc. graúdos	0,39	0,61	0,72*	0,32*	0,70**
Número de tubérculos graúdos/pl	0,45	0,58	0,31	0,32*	0,73**
Número de tubérculos médios/pl	0,59*	0,76*	0,97*	0,52**	0,75**
Densidade relativa de tubérculos	0,54*	0,80*	0,24	0,42**	0,80**
graus de liberdade	11	4	5	40	40

*, ** - significativo ao nível de 5 e 1% respectivamente pelo teste t. ($H_0: r_{ij} = 0$)

tubérculos indicaram certa tendência de se poder empregar a média dos pais para inferir sobre a performance dos filhos, principalmente considerando-se o tempo e o custo envolvidos se se utilizasse os esquemas dialélicos. Portanto, por esses resultados e também considerando-se as informações contrastantes encontradas em diferentes trabalhos (Bradshaw e Mackay, 1994) verifica-se a importância de novos estudos visando a escolha de populações para seleção de clones de batata, especialmente nas condições nacionais, onde a falta de informações é limitante.

4.1.2 Ensaio de Lavras

A utilização do delineamento em blocos aumentados em Lavras permitiu a obtenção de informação simultânea a nível de clones, para seleção, e a nível de família, para as análises dialélicas. O resumo das análises de variância para as treze características avaliadas a nível de clones estão apresentadas nas tabelas 11 e 12.

De modo geral constatou-se neste ensaio uma menor precisão experimental em relação aos mesmos caracteres avaliados em Madre de Deus com o delineamento em blocos casualizados (tabelas 4, 11 e 12). Provavelmente um fator que deve ter contribuído para elevação dos coeficientes de variação ambiental no ensaio de Lavras, foi a sanidade da batata semente utilizada para os tratamentos comuns, como constatado visualmente pela variação de sintomas de viroses entre e dentro das parcelas de Achat e Baraka. De fato observa-se pela tabela 13 que a média das testemunhas foram cerca de 40% inferiores àquelas obtidas em Madre de Deus (tabela 5) para produção total e comercial de tubérculos.

Com base nos resultados das análises de variância, foram estimadas, para cada um dos caracteres, a variância genética (σ_G^2), herdabilidade no sentido amplo a nível de clone (\hat{h}_{clone}^2) e o quociente entre os coeficiente de variação genético (CV_g) e ambiental (CV_e) (tabelas 11 e 12). Observou-se que alguns caracteres apresentaram herdabilidade elevadas e relação CV_g/CV_e superior a unidade indicando uma situação bastante favorável para

TABELA 11. Resumo das análises de variância e estimativas de parâmetros genéticos para caracteres de produção. Lavras-MG, 1995.

Causas da variação	G.L.	QM						
		Produção total de tubérculos/planta (g)	Produção de tub. comerciáveis/planta (g)	Peso médio de tubérculos graúdos (g) (diâmetro > 45mm)	Peso médio de tubérculos médios (g) (33 < diâ. > 45mm)	Porcentagem da produção total de tubérculos graúdos	Número de tubérculos graúdos/pl. médios/pl.	Número de tubérculos médios/pl.
Clones	816	55948,92**	55896,10**	1919,61*	98,92**	720,12**	1,92**	2,14**
resíduo efetivo	39	14930,33	15722,58	1069,39	41,67	327,32	0,90	0,54
resíduo intra		10041,60	10574,44	719,23	28,03	220,14	0,60	0,36
σ_G^2		41018,58	40073,51	850,21	57,25	392,80	1,02	1,59
\hat{h}^2_{clone}		73,31	71,82	44,29	57,87	54,54	52,98	74,10
CVg-coef. variação genético (%)		46,19	49,35	27,34	14,32	41,18	53,44	45,88
CVe-coef. variação ambiental (%)		27,86	30,91	30,67	12,22	37,59	50,30	26,94
CVg/CVe		1,65	1,59	0,89	1,17	1,09	1,06	1,70

*, ** - significativo ao nível de 5 e 1% respectivamente pelo teste F.

a seleção, conforme Vencovsky (1987). Entre eles destacam-se a produção total e comercial de tubérculos por planta, número de tubérculos médios, formato de tubérculos e vigor de plantas.

A produção dos pais e híbridos neste ensaio foram de maneira generalizada ligeiramente inferiores àquelas obtidas em Madre de Deus, o que pode ser explicado em parte pela degenerescência dos materiais, uma vez que neste ensaio se utilizaram clones de quarta geração clonal e naquele, clones de terceira geração (tabelas 5, 6, 13, 14, 15 e 16). Por outro lado, verificou-se acréscimos na densidade relativa de tubérculos, tendência, que aliás, têm sido marcante nos ensaios do programa de melhoramento genético de batata da Universidade Federal de Lavras

TABELA 12. Resumo das análises de variância e estimativas de parâmetros genéticos para caracteres qualitativos de tubérculos, vigor de plantas e ciclo vegetativo. Lavras-MG, 1995.

Causas da variação	G.L.	QM					
		Aparência geral de tubérculos notas (1 a 9)†	Densidade de tubérculos $\times 10^{-4}$	Índice de formato de tubérculos comprimento/diâmetro transversal maior	Índice de formato de tubérculos diâm. transver. menor/diâm. transver. maior	Vigor de plantas notas (1 a 9)	Ciclo vegetativo dias após a emergência
Clones	816	0,0989*	0,8854*	0,0694**	0,0027**	0,8736**	115,02
resíduo efetivo	39	0,0578	0,5388	0,0212	0,0014	0,3205	87,81
resíduo intra		0,0388	0,3624	0,0142	0,0009	0,2156	59,06
σ_G^2		0,0410	0,3465	0,0481	0,0012	0,5530	27,20
\hat{h}_{clon}^2		41,54	39,13	69,38	47,13	63,30	23,65
CVg-coef. variação gen. (%)		12,44	0,54	16,77	4,42	16,64	5,50
CVe-coef. variação amb. (%)		14,40	0,68	11,14	4,68	12,67	9,89
CVg/CVe		0,84	0,80	1,50	0,94	1,31	0,55

*, ** - significativo ao nível de 5 e 1% respectivamente pelo teste F.

† - dados transformados para \sqrt{x}

conduzidos na safra de inverno em Lavras.

Os resumos das análises dialélicas para os treze caracteres em estudo encontram-se nas tabelas 17 e 18. Observou-se ampla variação entre tratamentos e médias de famílias para todos os caracteres. De modo geral, verificou-se que a variação entre tratamentos foi muito mais devida a variação entre cruzamentos do que propriamente a variação entre pais e o contraste pais vs cruzamentos. Analisando-se o comportamento dos pais neste ensaio, observou-se que, para a maioria dos caracteres, não houve consistência com relação à performance dos mesmos no ensaio de

TABELA 13. Médias dos pais e testemunhas para caracteres de produção. Lavras-MG, 1995.

	Pais	Produção total de tubérculos/planta (g)	Produção de tubérculos comerciáveis/planta (g)	Peso médio de tubérculos graúdos (g) (diâmetro > 45mm)	Peso médio de tubérculos médios (g) (33 < diâm. < 45mm)	Porcentagem da produção total/pl de tub. graúdos	Número de tubérculos graúdos/pl.	Número de tubérculos médios/pl.
Grupo I	Apuã	148,007	130,149	82,518	50,457	23,583	0,413	1,887
	Aracy	525,481	459,825	83,921	41,319	59,918	3,651	3,508
	Baronesa	573,007	535,098	127,838	75,314	26,062	1,178	5,122
	Chiquita	598,197	570,170	125,773	55,344	52,538	2,418	4,623
	Itararé	816,670	804,267	181,500	52,394	83,993	3,679	2,258
	Mantiqueira	423,160	395,467	123,838	43,069	55,280	1,819	3,750
Grupo II	Atlantic	453,197	430,170	102,053	48,330	76,744	3,308	1,704
	Desireé	410,007	400,543	114,417	49,772	79,718	2,756	1,480
	Kennebec	593,007	545,098	119,505	70,165	29,092	1,343	5,310
	Marijke	355,310	324,414	103,515	56,760	33,785	1,179	3,600
	Monalisa	450,520	386,965	113,748	60,064	16,512	0,664	5,204
	Konona	241,530	216,670	116,359	47,020	33,281	0,680	2,898
	Shepody	263,657	230,075	102,894	37,337	25,701	0,648	4,347
	média grupo I	514,087	482,496	120,898	52,982	50,229	2,193	3,525
	média grupo II	395,318	361,990	110,356	52,778	42,119	1,511	3,506
	média geral ajustada	438,511	405,660	106,623	52,825	48,164	1,886	2,727
	média ajust. Achat	449,176	412,966	99,826	50,535	44,569	1,601	3,084
	média ajust. Baraka	452,217	422,373	131,779	60,568	57,508	1,963	2,403

Madre de Deus, sendo as diferenças de produção por planta mais pronunciadas para Itararé, Mantiqueira e Kennebec. Este comportamento, de certa forma, gerou também para alguns caracteres, variação entre grupos e dentro de grupos diferentes daquelas encontradas em Madre de Deus.

As estimativas de R^2 para CGC e CEC encontram-se nas tabelas 17 e 18. Nota-se que as tendências observadas para a maioria dos caracteres nos dois ensaios foram consistentes ocorrendo novamente ligeira superioridade da CGC das cultivares importadas com maior contribuição relativa para a variação entre

TABELA 14. Médias dos pais e testemunhas para caracteres qualitativos de tubérculos, vigor de plantas e ciclo vegetativo. Lavras-MG, 1995.

	Pais	Aparência geral de tubérculos notas (1 a 9)	Densidade de tubérculos $\times 10^{-4}$	Índice de formato de tubérculos comprimento/diâmetro transversal maior	Índice de formato de tubérculos diâm. transver. menor/diâm. transver. maior	Vigor de plantas notas (1 a 9)	Ciclo vegetativo dias após a emergência
Grupo I	Apua	2,094	1,0759	1,277	0,808	3,464	74,966
	Aracy	2,579	1,0753	0,997	0,671	5,451	94,966
	Baronesa	3,115	1,0635	1,667	0,664	3,589	91,966
	Chiquita	2,094	1,0847	1,227	0,869	5,388	86,966
	Itararé	2,407	1,0734	1,509	0,755	5,470	102,466
	Mantiqueira	2,932	1,0637	1,436	0,747	5,316	105,466
Grupo II	Atlantic	3,606	1,0796	1,116	0,820	3,701	86,966
	Desireé	3,606	1,0741	1,411	0,836	4,513	92,466
	Kennebec	2,094	1,0552	1,696	0,711	2,464	83,966
	Marijke	2,920	1,0785	1,327	0,851	4,227	102,966
	Monalisa	2,937	1,0612	1,602	0,781	3,375	95,966
	Monona	3,606	1,0704	1,021	0,874	4,263	95,966
	Shepody	2,367	1,0753	1,164	0,800	3,249	110,966
	média grupo I	2,537	1,0728	1,352	0,752	4,780	92,799
	média grupo II	3,019	1,0706	1,334	0,811	3,684	95,609
	média geral ajustada	2,786	1,0717	1,307	0,806	4,467	94,749
	média ajust. Achat	2,764	1,0599	1,349	0,809	2,813	82,353
	média ajust. Baraka	3,302	1,0697	1,534	0,773	3,837	99,578

as médias de famílias. A semelhança dos resultados obtidos no ensaio de Madre de Deus, ambos os efeitos, CGC e CEC, foram importantes causas da variação para a maioria dos caracteres, com ligeira tendência deste último efeito ser menos importante. Destaca-se outra vez efeitos superiores de CGC para densidade e produção total e comercial de tubérculos. Verificou-se também predominância dos efeitos aditivos dos genes para os caracteres aparência geral de tubérculos, formato de tubérculos, vigor de plantas e ciclo vegetativo visto que a CGC explicou a maior parte

TABELA 15. Médias dos híbridos para caracteres de produção. Lavras-MG, 1995.

Cruzamento	Produção total de tubérculos/planta (g)	Produção de tub. comerciáveis/planta (g)	Peso médio de tubérculos graúdos (g) (diâmetro>45mm)	Peso médio de tubérculos médios (g) (33<diâm.<45mm)	Porcentagem da produção total de tubérculos graúdos	Número de tubérculos graúdos/pl.	Número de tubérculos médios/pl.
Apuã x Atlantic	375,291	347,421	100,421	50,811	64,364	2,304	2,083
Apuã x Desireé	384,998	357,239	102,836	52,337	52,573	1,988	2,958
Apuã x Kennebec	447,202	407,029	115,823	53,802	47,754	1,893	3,596
Apuã x Marijke	409,306	370,695	95,533	55,140	45,545	1,851	3,341
Apuã x Monalisa	587,402	546,655	120,022	55,961	52,082	2,649	4,301
Apuã x Monona	273,515	246,841	73,939	49,443	41,209	1,424	2,712
Apuã x Shepody	301,025	282,301	93,606	49,616	52,203	1,578	2,522
Aracy x Atlantic	454,743	438,239	118,514	50,853	69,090	2,691	2,439
Aracy x Desireé	477,145	449,149	107,573	52,788	59,643	2,545	3,117
Aracy x Kennebec	358,806	337,070	86,981	49,541	46,022	1,798	3,470
Aracy x Marijke	405,494	355,695	100,077	52,237	47,228	1,953	3,143
Aracy x Monalisa	459,733	403,122	126,808	55,104	44,297	1,616	3,619
Aracy x Monona	426,903	386,886	84,180	49,779	43,865	2,294	4,010
Aracy x Shepody	442,631	417,613	110,004	54,232	53,018	2,233	3,373
Baronesa x Atlantic	413,390	399,195	114,284	50,886	69,496	2,513	2,199
Baronesa x Desireé	415,431	386,487	107,554	53,080	54,698	2,162	3,000
Baronesa x Kennebec	457,994	431,800	114,752	55,371	57,784	2,386	3,018
Baronesa x Marijke	463,997	425,412	110,214	53,894	55,460	2,364	3,118
Baronesa x Monalisa	527,063	478,411	124,396	54,202	54,150	2,314	3,560
Baronesa x Monona	362,341	336,078	100,579	53,912	53,564	1,989	2,633
Baronesa x Shepody	259,921	227,911	82,807	49,205	34,306	1,106	2,819
Chiquita x Atlantic	447,252	414,237	98,498	49,708	60,221	2,794	2,914
Chiquita x Desireé	504,318	484,126	111,658	55,333	59,398	2,602	3,335
Chiquita x Kennebec	445,862	406,632	109,016	51,994	53,696	2,106	3,216
Chiquita x Marijke	549,519	506,715	123,197	54,432	56,607	2,625	3,594
Chiquita x Monalisa	610,600	575,844	122,023	52,006	62,330	3,159	3,754
Chiquita x Monona	453,582	420,552	100,136	50,029	56,345	2,652	3,297
Chiquita x Shepody	539,506	518,446	127,771	56,781	65,700	2,704	2,888
Itararé x Atlantic	367,556	349,383	107,458	49,102	63,522	2,272	2,360
Itararé x Desireé	343,471	303,755	81,647	50,857	38,530	1,670	3,370
Itatara x Kennebec	309,756	282,300	99,448	49,636	48,054	1,486	2,688
Itararé x Marijke	414,454	387,292	103,610	58,307	43,897	1,796	3,522
Itararé x Monalisa	501,305	475,746	122,105	58,061	58,785	2,493	3,118
Itararé x Monona	409,712	370,100	105,848	45,556	59,823	2,415	2,743
Itararé x Shepody	426,905	382,570	109,811	55,269	48,991	1,924	3,137
Mantiqueira x Atlantic	521,640	486,175	109,369	53,841	62,977	3,063	2,928
Mantiqueira x Desirre	506,934	477,455	117,687	55,602	57,763	2,388	3,320
Mantiqueira x Kennebec	419,547	385,530	110,355	51,267	50,239	1,960	3,408
Mantiqueira x Marijke	417,029	383,904	102,295	55,566	38,891	1,515	3,990
Mantiqueira x Monalisa	589,727	542,580	119,228	59,082	45,353	2,343	4,656
Mantiqueira x Monona	444,672	379,538	104,372	50,460	46,366	1,915	3,435
Mantiqueira x Shepody	472,881	445,238	104,691	52,842	58,024	2,690	3,233
média dos híbridos	438,108	404,985	106,693	52,808	53,187	2,195	3,189

TABELA 16. Médias dos híbridos para caracteres qualitativos de tubérculos, vigor de plantas e ciclo vegetativo. Lavras-MG, 1995.

Cruzamento	Aparência geral de tubérculos notas (1 a 9)	Densidade de tubérculos $\times 10^{-4}$	Índice de formato de tubérculos comprimento/diâmetro transversal maior	Índice de formato de tubérculos diâm. transver. menor/ diâm. transver. maior	Vigor de plantas notas (1 a 9)	Ciclo vegetativo dias após a emergência
Apuã x Atlantic	2,380	1,0711	1,110	0,803	4,871	96,391
Apuã x Desireé	2,724	1,0703	1,274	0,789	4,865	94,041
Apuã x Kennebec	2,836	1,0695	1,336	0,796	4,615	93,666
Apuã x Marijke	2,536	1,0727	1,496	0,825	4,577	96,466
Apuã x Monalisa	3,491	1,0705	1,420	0,817	4,901	91,191
Apuã x Monona	2,563	1,0683	1,216	0,818	4,227	92,066
Apuã x Shepody	2,263	1,0767	1,235	0,814	4,007	98,841
Aracy x Atlantic	2,784	1,0754	1,191	0,812	4,807	92,891
Aracy x Desireé	2,674	1,0663	1,378	0,798	4,404	97,391
Aracy x Kennebec	2,428	1,0728	1,170	0,801	4,396	96,716
Aracy x Marijke	2,638	1,0727	1,369	0,827	4,533	95,316
Aracy x Monalisa	3,083	1,0644	1,464	0,823	4,327	92,672
Aracy x Monona	2,683	1,0671	1,274	0,810	4,102	91,441
Aracy x Shepody	3,001	1,0757	1,338	0,792	4,651	99,291
Baronesa x Atlantic	2,740	1,0741	1,194	0,837	4,158	92,516
Baronesa x Desireé	2,476	1,0674	1,337	0,807	4,143	94,716
Baronesa x Kennebec	2,656	1,0702	1,447	0,806	4,227	90,516
Baronesa x Marijke	2,607	1,0705	1,444	0,826	4,098	89,841
Baronesa x Monalisa	2,846	1,0643	1,445	0,828	3,407	84,416
Baronesa x Monona	2,466	1,0635	1,357	0,806	3,776	88,766
Baronesa x Shepody	2,707	1,0727	1,270	0,815	3,733	90,841
Chiquita x Atlantic	2,364	1,0748	1,136	0,821	4,771	98,016
Chiquita x Desireé	2,808	1,0763	1,384	0,785	4,635	94,341
Chiquita x Kennebec	2,997	1,0718	1,194	0,792	4,441	96,741
Chiquita x Marijke	3,588	1,0754	1,421	0,805	4,708	95,291
Chiquita x Monalisa	2,977	1,0715	1,320	0,833	4,743	90,366
Chiquita x Monona	2,801	1,0707	1,191	0,797	4,293	94,541
Chiquita x Shepody	3,388	1,0802	1,380	0,809	4,701	96,541
Itararé x Atlantic	2,415	1,0765	1,058	0,812	4,890	98,666
Itararé x Desireé	2,322	1,0702	1,309	0,803	4,201	95,216
Itararé x Kennebec	2,664	1,0728	1,192	0,803	4,507	94,141
Itararé x Marijke	2,816	1,0767	1,465	0,788	4,752	96,016
Itararé x Monalisa	3,553	1,0698	1,429	0,815	4,570	89,941
Itararé x Monona	2,230	1,0650	1,084	0,800	4,257	99,191
Itararé x Shepody	2,031	1,0693	1,405	0,798	4,537	98,271
Nantiqueira x Atlantic	2,981	1,0780	1,248	0,786	5,230	100,566
Nantiqueira x Desirre	3,351	1,0721	1,338	0,788	4,536	93,791
Nantiqueira x Kennebec	3,098	1,0733	1,266	0,800	4,488	96,491
Nantiqueira x Marijke	3,068	1,0712	1,399	0,802	4,252	98,691
Nantiqueira x Monalisa	3,611	1,0729	1,448	0,815	4,901	91,366
Nantiqueira x Monona	2,569	1,0667	1,259	0,799	4,113	96,591
Nantiqueira x Shepody	3,227	1,0743	1,298	0,794	4,701	99,941
média dos híbridos	2,796	1,0717	1,307	0,806	4,472	94,757

TABELA 17. Resumo das análises dialélica para caracteres de produção. Lavras-MG, 1995.

Causas da variação	G.L.	DM						
		Produção total de tubérculos/planta (g)	Produção de tub. comerciáveis/planta (g)	Peso médio de tubérculos graúdos (g) (diâmetro > 45mm)	Peso médio de tubérculos médios (g) (33 < diâ. < 45mm)	Porcentagem da produção total de tubérculos graúdos	Número de tubérculos graúdos/pl.	Número de tubérculos médios/pl.
Tratamentos	54	100492,05**	95336,96**	2494,59**	151,40**	1153,13**	3,45**	4,64**
Pais	12	31530,68*	31113,45	605,97	118,09**	552,19	1,44	1,88**
Grupo I	5	48902,92*	49245,41*	1318,70	149,06**	511,75	1,74	1,61*
Grupo II	6	14713,33	13369,78	53,19	111,94**	642,52	1,17	2,42**
Grup. I vs Grup. II	1	45573,62*	46915,67	359,06	0,13	212,48	1,50	0,01
Pais vs Cruzamentos	1	1728,81	1840,54	956,36	0,05	67,82	1,20	7,60*
Cruzamentos	41	123085,90**	116414,71**	3084,89**	164,83**	1355,48**	4,13**	5,38**
CGC I	5	288421,46**	270720,84**	2749,27*	67,46	1342,02**	8,78**	8,03**
CGC II	6	297964,81**	262387,37**	7641,70**	509,92**	3515,74**	6,98**	19,57**
CEC	30	60554,19**	61502,50**	2229,46*	112,04**	925,67**	2,79**	2,10**
Resíduo efetivo	39	14930,33	15722,58	1069,39	41,67	327,32	0,90	0,54
$R^2_{CGC I} (\%)$		28,58	28,36	10,87	4,99	12,07	25,93	18,20
$R^2_{CGC II} (\%)$		35,43	32,98	36,25	45,27	37,96	24,73	53,23
$R^2_{CGC I+II} (\%)$		64,00	61,34	47,12	50,26	50,03	50,66	71,43
$R^2_{CEC} (\%)$		36,00	38,66	52,88	49,74	49,97	49,43	28,56

*, ** - significativo ao nível de 5 e 1% respectivamente pelo teste F.

$R^2 (\%)$ - coeficiente de determinação

da variação de famílias. Embora as estimativas tenham caráter de uso restrito, o mais importante para definição de estratégias na condução dos programas de melhoramento, seria considerar o comportamento médio dos caracteres quantitativos em função das informações acumuladas em literatura. Entretanto, como já mencionado anteriormente, o panorama apresentado por Bradshaw e Mackay (1994) em ampla revisão sobre o assunto, torna evidente que a resposta para a questão da predominância de CGC e/ou CEC para caracteres herdados quantitativamente nem sempre foi a mesma.

TABELA 18. Resumo das análises dialélica para caracteres qualitativos de tubérculos, vigor de plantas e ciclo vegetativo. Lavras-MG, 1995.

Causas da variação	G.L.	QM					
		Aparência geral de tubérculos notas (1 a 9) [†]	Densidade de tubérculos $\times 10^{-4}$	Índice de formato de tubérculos comprimento/diâmetro transversal maior	Índice de formato de tubérculos diâm. transv. menor/diâm. transv. maior	Vigor de plantas notas (1 a 9)	Ciclo vegetativo dias após a emergência
Tratamentos	54	0,1992**	2,3213**	0,2029**	0,0038**	2,1502**	200,3707**
Pais	12	0,0296	0,7044	0,0551*	0,0049**	0,9751**	95,5996
Grupo I	5	0,0176	0,6528	0,0555*	0,0062**	0,9470*	122,2677
Grupo II	6	0,0338	0,8388	0,0637*	0,0028	0,5153	85,0609
Grup. I vs Grup. II	1	0,0644	0,1558	0,0010	0,0109**	3,8741**	25,4905
Pais vs Cruzamentos	1	0,0003	0,0002	0,0155	0,0067*	1,0214	2,5357
Cruzamentos	41	0,2537**	2,8512**	0,2508**	0,0034**	2,5217**	235,8607**
CGC I	5	0,5611**	3,8880**	0,1050**	0,0061**	9,1104**	700,3355**
CGC II	6	0,5284**	9,9581**	1,1498**	0,0093**	4,2891**	639,3174**
CEC	30	0,1475**	1,2570**	0,0953**	0,0018	1,0701**	77,7569
Resíduo efetivo	39	0,0578	0,5388	0,0212	0,0014	0,3205	87,8188
$R^2_{CGC I} (\%)$		26,97	16,63	5,11	21,88	44,06	36,21
$R^2_{CGC II} (\%)$		30,48	51,11	67,09	40,03	24,89	39,67
$R^2_{CGC I+II} (\%)$		57,45	67,74	72,20	61,91	68,95	75,88
$R^2_{CEC} (\%)$		42,54	32,26	27,80	38,74	31,05	24,12

*, ** - significativo ao nível de 5 e 1% respectivamente pelo teste F.

† - dados transformados para \sqrt{x}

$R^2 (\%)$ - coeficiente de determinação

Conforme discutido por Veilleux e Lauer (1981) e Maris (1989), essas diferenças poderiam estar sendo causadas pelos tipos de materiais empregados nos estudos, delineamento experimental e/ou condições ambientais.

A performance fenotípica dos pais usados em cruzamentos poderá ser um bom preditor do comportamento médio das progênes conforme Brown e Caligari (1989), Maris (1989) e Neele, Nab e Louwes (1991). Neste sentido, obteve-se as correlações entre a CGC

e a performance média do pai e as correlações entre a média da família e o valor médio dos pais envolvidos no cruzamento em questão. Os resultados estão apresentados na tabela 19. De maneira geral, verificou-se que os coeficientes de correlação foram de baixa magnitude e ainda inferiores àqueles obtidos no ensaio de Madre de Deus (tabela 10). Portanto não seria viável, a princípio, prever a performance da família em Lavras somente por meio de informações dos pais. Por outro lado, há indícios de que o cruzamento com pelo menos um dos pais apresentando alta densidade relativa de tubérculos poderá gerar famílias com boa média, como indicado pelas correlações de 0,50 e 0,43 entre a CGC vs. média do pai e média da família vs. valor médio dos pais, respectivamente. Valores muito semelhantes à esses foram também obtidos em Madre de Deus (tabela 10). Pela correlação de 0,83 (tabela 19) entre a média da família e a média estimada por $\hat{y}_{ij} = \hat{m} + \hat{g}_i + \hat{g}_j$, verifica-se novamente predominância dos efeitos aditivos dos genes para densidade de tubérculos, corroborando com os resultados apresentados anteriormente na tabela 10 e tabelas 7 e 18 através das estimativas de $R_{CGC\ I+II}^2$. Essas mesmas tendências predominantes de efeitos aditivos para densidade relativa de tubérculos, foram mais pronunciadas nos trabalhos de Maris (1989) e Neele, Nab e Louwes (1991), onde os autores constataram superioridade dos efeitos de CGC e obtiveram os coeficientes de correlação entre CGC vs. média do pai e média da família vs valor médio do pai variando de 0,74 a 0,85. Tai (1976) também verificou predominância de CGC em relação a CEC para densidade relativa de tubérculos e Killick (1977) e

TABELA 19. Correlações entre a média dos pais e os efeitos de CGC, entre a média da família e o valor médio dos pais e entre a média da família e a média estimada conforme o modelo $\hat{y}_{ij} = \hat{m} + \hat{g}_i + \hat{g}_j$. Lavras-MG, 1995.

característica	média pai			média da família	
	CGC	CGC I	CGC II	valor médio dos pais	média estimada $\hat{y}_{ij} = \hat{m} + \hat{g}_i + \hat{g}_j$
Produção total de tubérculos/pl	0,18	0,05	0,34	0,15	0,80**
Produção comercial de tubérculos/pl	0,15	0,06	0,29	0,12	0,78**
Peso médio de tubérculos graúdos	-0,06	0,26	-0,32	-0,03	0,69**
Peso médio de tubérculos médios	0,13	-0,05	0,20	0,09	0,71**
Porcentagem da prod. total de tubérc. graúdos	0,43	-0,06	0,66	0,29*	0,71**
Número de tubérculos graúdos/pl	0,33	0,14	0,56	0,23	0,71**
Número de tubérculos médios/pl	0,46	0,13	0,61	0,37**	0,84**
Aparência geral de tubérculos	-0,16	0,08	-0,32	-0,12	0,76**
Densidade relativa de tubérculos	0,50*	0,59	0,47	0,43**	0,83**
Formato de tubérculos comp./diâmetro transv.	0,42	0,40	0,48	0,35*	0,84**
Formato de tubérculos diâm.menor/diâm.maior	-0,13	-0,40	0,06	-0,20	0,77**
Vigor de plantas	0,22	0,54	-0,15	0,24	0,83**
Ciclo vegetativo	0,25	0,32	0,20	0,23	0,87**
graus de liberdade	11	4	5	40	40

*, ** - significativo ao nível de 5 e 1% respectivamente pelo teste t. (Ho: $r_{ij} = 0$)

Gaur, Gopal e Rana (1983) observaram que os efeitos de CGC e CEC foram semelhantes.

Considerando-se apenas as informações dos híbridos através das estimativas das correlações entre a média observada e a média estimada conforme o modelo $\hat{y}_{ij} = \hat{m} + \hat{g}_i + \hat{g}_j$, nota-se também que para todos os caracteres houve associação entre as referidas correlações mais elevadas (tabela 19) com aquelas estimativas de R^2 cujos efeitos aditivos dos genes predominaram (tabelas 17 e 18), isto é, CGC.

Nas tabelas 20, 21, 22 e 23 estão apresentadas as estimativas dos efeitos de CGC e CEC. Verifica-se pela tabela 20

que Monalisa destacou-se entre os materiais importados pelos efeitos positivos e significativos para caracteres de produção. Por outro lado, Monona, Kennebec e Shepody apresentaram estimativas negativas indicando possibilidade de redução na produtividade das famílias quando em cruzamento com os materiais do grupo I.

Entre as cultivares nacionais destacaram-se Chiquita e Mantiqueira pelos efeitos positivos e significativos de CGC para importantes características varietais, como produção de tubérculos por planta, aparência geral de tubérculos e densidade relativa de tubérculos, ao contrário dos efeitos apresentados por Apuã, Baronesa e Itararé.

Considerando-se alguns caracteres qualitativos de tubérculos, Monalisa foi o parental que mais se destacou pelos elevados efeitos de CGC para peso médio de tubérculos graúdos, aparência de tubérculos e índice de formato, deixando a desejar quanto a densidade relativa de tubérculos (tabelas 20 e 21). Entre os materiais nacionais Chiquita e Mantiqueira também se destacaram pelos efeitos de CGC significativos para peso médio de tubérculos graúdos e aparência de tubérculos, entretanto diferiram de Monalisa, pelos seus efeitos positivos de CGC para densidade relativa de tubérculos. Além disso, Chiquita conferiu efeitos negativos no sentido de proporcionar aos descendentes tubérculos mais arredondados como indicado pelo índice de formato de tubérculo (comp./diâm.) e Mantiqueira proporcionou aos seus híbridos formato mais achatado como indicado pelos efeitos negativos de CGC para a relação diâm.menor/diâm.maior.

TABELA 20. Estimativas de capacidade geral de combinação dos pais para caracteres de produção. Lavras-MG, 1995.

	Pais	Produção total de tubérculos/planta (g)	Produção de tubérculos comerciáveis/planta (g)	Peso médio de tubérculos graúdos (g) (diâmetro > 45mm)	Peso médio de tubérculos médios (g) (33 < diâ. < 45mm)	Porcentagem da produção total/pl de tub. graúdos	Número de tubérculos graúdos/pl.	Número de tubérculos médios/pl.
Grupo I	Apuã	-41,1458**	-39,5305**	-6,3821**	-0,3634	-2,3686	-0,2391**	-0,1156*
	Aracy	-5,9005	-6,7312	-1,8167	-0,7315	-1,3067	-0,0332	0,1211*
	Baronesa	-23,8033**	-21,3715*	1,1046	0,1278	1,0210	-0,0710	-0,2821**
	Chiquita	69,1256**	70,2370**	6,4920**	0,0899	5,9981**	0,4683**	0,0964
	Itararé	-41,9429**	-40,5355**	-2,4184	-0,4095	-1,5298	-0,1978**	-0,1978**
	Mantiqueira	43,6672**	37,9321**	3,0206	1,2866**	-1,8140	0,0730	0,3781**
Grupo II	Atlantic	-8,1297	0,7901	1,3969	-1,9409**	11,7578**	0,4167**	-0,7018**
	Desireé	0,6078	4,7171	-1,8675	0,5249	0,5800	0,0312	-0,0056
	Kennebec	-31,5806**	-29,9247**	-0,6311	-0,8726	-2,5957	-0,2698**	0,0436
	Marijke	5,1913	-0,0324	-0,8725	2,1217**	-5,2491**	-0,1773*	0,2622**
	Konalisa	107,8631**	98,7413**	15,7369**	2,9282**	-0,3541	0,2341*	0,6457**
	Monona	-42,9875**	-48,3191**	-11,8511**	-2,9445**	-2,9921*	-0,0797	-0,0507
Shepody	-30,9638**	-25,9718*	-1,9117	0,1833	-1,1468	-0,1553*	-0,1937**	
	erro padrão grupo I	9,6257	9,8778	2,5761	0,5086	1,4252	0,0749	0,0583
	erro padrão grupo II	10,5444	10,8205	2,8220	0,5571	1,5613	0,0820	0,0639

*, ** - significativo ao nível de 5 e 1% respectivamente pelo teste t. (Ho: $\hat{g}_i = 0$; $\hat{g}_j = 0$)

TABELA 21. Estimativas de capacidade geral de combinação dos pais para caracteres qualitativos de tubérculos, vigor de plantas e ciclo vegetativo. Lavras-MG, 1995.

	Pais	Aparência geral de tubérculos notas (1 a 9)	Densidade de tubérculos $\times 10^{-4}$	Índice de formato de tubérculos comprimento/diâmetro transversal maior	Índice de formato de tubérculos diâ. transvers. menor/diâ. transvers. maior	Vigor de plantas notas (1 a 9)	Ciclo vegetativo dias após a emergência
Grupo I	Apuã	-0,0335*	-0,0261	-0,0109	0,0019	0,1267**	0,0301
	Aracy	-0,0094	-0,0920	0,0026	0,0020	0,0065	0,4666
	Baronesa	-0,0432*	-0,2598**	0,0470**	0,0107**	-0,5191**	-4,4056**
	Chiquita	0,0572**	0,2804**	-0,0199*	-0,0009	0,1595**	0,4836
	Itararé	-0,0695**	-0,0106	-0,0318**	-0,0042	0,0769*	1,2844*
	Mantiqueira	0,0985**	0,1080*	0,0129	-0,0093**	0,1494**	2,1408**
Grupo II	Atlantic	-0,0543**	0,3398**	-0,1530**	0,0049	0,3342**	1,8717*
	Desireé	-0,0201	-0,1140*	0,0274*	-0,0121**	0,0104	0,2801
	Kennebec	-0,0024	0,0187	-0,0419**	-0,0075*	-0,0080	0,0759
	Marijke	0,0242	0,1636**	0,1230**	0,0050	0,0331	0,6342
	Konalisa	0,1354**	-0,2673**	0,1118**	0,0148**	0,0213	-4,6439**
	Monona	-0,0718**	-0,4683**	-0,0792**	-0,0019	-0,3254**	-0,8699
Shepody	-0,0110	0,3275**	0,0118	-0,0033	-0,0654	2,6518**	
	erro padrão grupo I	0,0189	0,0578	0,0115	0,0030	0,0446	0,7382
	erro padrão grupo II	0,0207	0,0633	0,0126	0,0033	0,0489	0,8087

*, ** - significativo ao nível de 5 e 1% respectivamente pelo teste t. (Ho: $\hat{g}_i = 0$; $\hat{g}_j = 0$)

TABELA 22. Estimativas de capacidade específica de combinação dos híbridos para caracteres de produção. Lavras-MG, 1995.

Cruzamento	Produção total de tubérculos/planta (g)	Produção de tub. comerciáveis/planta (g)	Peso médio de tubérculos graúdos (g) (diâmetro > 45mm)	Peso médio de tubérculos médios (g) (33 < diâ. < 45mm)	Porcentagem da produção total de tubérculos graúdos	Número de tubérculos graúdos/pl.	Número de tubérculos médios/pl.
Apuã x Atlantic	-13,5417	-18,8240	-1,2877	0,3078	1,7876	0,0456	-0,2885*
Apuã x Desireé	-12,5728	-12,9326	4,3924	-0,6326	1,1740	-0,0061	-0,1098
Apuã x Kennebec	81,8200**	71,4991**	16,1424**	2,2299*	-0,4687	0,1705	0,4785**
Apuã x Marijke	7,1522	5,2734	-3,9062	0,5744	-0,0240	0,1856	0,0058
Apuã x Monalisa	82,5757**	82,4588**	3,9737	0,5986	1,6175	0,3718*	0,5820**
Apuã x Monona	-80,4606**	-70,2941**	-14,5211*	-0,0567	-6,6177*	-0,3390*	-0,3106*
Apuã x Shepody	-64,9737**	-57,1813*	-4,7935	-3,0113*	2,5312	-0,1090	-0,3576**
Aracy x Atlantic	30,6651	39,1952	12,2401*	0,7172	5,4520	0,0853	-0,1693
Aracy x Desireé	44,3293*	46,1786*	4,5637	0,1869	7,1822*	0,4653**	-0,1875
Aracy x Kennebec	-41,8211*	-31,2585	-17,2647**	-1,6627	-3,2625	-0,0193	0,1164
Aracy x Marijke	-31,9056	-42,5258*	-3,9272	-1,9609	0,5966	-0,0581	-0,4297**
Aracy x Monalisa	-80,3383**	-93,8725**	6,1945	0,0994	-7,2291*	-0,7771**	-0,3364*
Aracy x Monona	37,6829	36,9512	-8,8454	0,6472	-5,0232	0,1552	0,7501**
Aracy x Shepody	41,3865*	45,3310*	7,0389	1,9729	2,2840	0,1396	0,2564*
Baronesa x Atlantic	7,2141	14,7919	5,0890	-0,1088	3,5302	-0,0141	-0,0063
Baronesa x Desireé	0,5182	-1,8434	1,6232	-0,3810	-0,0907	-0,0297	0,0986
Baronesa x Kennebec	75,2692**	78,1112**	7,5846	3,3078**	6,1716*	0,4649**	0,0678
Baronesa x Marijke	44,5001*	41,8311*	3,2888	-1,1635	6,5007*	0,4009*	-0,0508
Baronesa x Monalisa	4,8943	-3,9440	0,8612	-1,6618	0,2961	-0,0510	0,0077
Baronesa x Monona	-8,9767	0,7833	4,6323	3,9208**	2,3474	-0,1018	-0,2230
Baronesa x Shepody	-123,4204**	-129,7309**	-23,0790**	-3,9134**	-18,7552**	-0,8791**	0,1061
Chiquita x Atlantic	-51,8523*	-61,7749**	-16,0847**	-1,2485	-10,7227**	-0,3327*	0,3309*
Chiquita x Desireé	-3,5238	4,1874	0,3400	1,9104	-0,3672	-0,0011	0,0554
Chiquita x Kennebec	-29,7918	-38,6653	-3,5380	-0,0307	-2,8940	-0,1846	-0,1134
Chiquita x Marijke	37,0933	31,5257	10,8839*	-0,5871	2,6710	0,0518	0,0462
Chiquita x Monalisa	-4,4969	1,8806	-6,8996	-3,8201**	3,4993	0,2344	-0,1773
Chiquita x Monona	-10,6646	-6,3505	-1,1985	0,0759	0,1519	-0,0185	0,0623
Chiquita x Shepody	63,2354**	69,1961**	16,4970**	3,7000**	7,6618*	0,2790	-0,2041
Itararé x Atlantic	-20,4797	-15,8565	1,7858	-1,3554	0,1071	-0,2283	0,0706
Itararé x Desireé	-53,3021*	-65,4113**	-20,7602**	-2,0667	-13,7078**	-0,3947*	0,3846**
Itararé x Kennebec	-54,8293*	-52,2243*	-4,1965	-1,8894	-1,0077	-0,2178	-0,3467*
Itararé x Marijke	13,0970	22,8751	0,2069	3,7874**	-2,5112	-0,0511	0,2681*
Itararé x Monalisa	-2,7237	12,5550	2,0932	2,7342*	7,4819*	0,1949	-0,5191**
Itararé x Monona	56,5340*	53,9695*	13,4235*	-3,8976**	11,1575**	0,4109*	-0,1974
Itararé x Shepody	61,7028**	44,0919*	7,4475	2,6877*	-1,5198	0,0755	0,3399*
Mantiqueira x Atlantic	47,9936*	42,4675*	-1,7424	1,6877	-0,1541	0,3318*	0,0625
Mantiqueira x Desireé	24,5504	29,8207	9,8409	0,9831	5,8095	0,2017	-0,2413*
Mantiqueira x Kennebec	-30,6477	-27,4628	1,2724	-1,9549	1,4611	-0,0754	-0,2025
Mantiqueira x Marijke	-69,9380**	-58,9802**	-6,5462	-0,6503	-7,2331*	-0,4924**	0,1604
Mantiqueira x Monalisa	0,0879	0,9214	-6,2229	2,0598	-5,6657	-0,2460	0,4431**
Mantiqueira x Monona	5,8842	-15,0601	6,5092	-0,6895	-2,0158	-0,2001	-0,0815
Mantiqueira x Shepody	22,0688	28,2927	-3,1109	-1,4358	7,7981*	0,5210**	-0,1429
erro padrão	23,5780	24,1955	6,3102	1,2457	3,4911	0,1835	0,1429

*, ** - significativo ao nível de 5 e 1% respectivamente pelo teste t. (Ho: $\xi_{ij} = 0$)

TABELA 23. Estimativas de capacidade específica de combinação dos híbridos para caracteres qualitativos de tubérculos, vigor de plantas e ciclo vegetativo. Lavras-MG, 1995.

Cruzaemento	Aparência geral de tubérculos notas (1 a 9)	Densidade de tubérculos $\times 10^{-4}$	Índice de formato de tubérculos comprimento/diâmetro transversal maior	Índice de formato de tubérculos diâm. transvers. menor/diâm. transvers. maior	Vigor de plantas notas (1 a 9)	Ciclo vegetativo dias após a emergência
Apuã x Atlantic	-0,0378	-0,3648**	-0,0352	-0,0110	-0,0437	-0,1467
Apuã x Desireé	0,0358	0,0107	-0,0513*	-0,0074	0,2746**	-0,9050
Apuã x Kennebec	0,0516	-0,1948	0,0792**	-0,0058	0,0423	-1,0759
Apuã x Marijke	-0,0666	-0,0204	0,0750**	0,0108	-0,0363	1,1658
Apuã x Monalisa	0,0983*	0,1873	0,0099	-0,0063	0,2990**	1,1690
Apuã x Monona	0,0380	0,1668	-0,0027	0,0110	-0,0277	-1,7301
Apuã x Shepody	-0,1194**	0,2155	-0,0749**	0,0086	-0,5082**	1,5232
Aracy x Atlantic	0,0638	0,1356	0,0326	-0,0015	0,0124	-4,0833*
Aracy x Desireé	-0,0036	-0,3220*	0,0387	0,0011	-0,0660	2,0084
Aracy x Kennebec	-0,0982*	0,1990	-0,1003**	-0,0007	-0,0562	1,5376
Aracy x Marijke	-0,0589	0,0449	-0,0664*	0,0128*	0,0402	-0,4208
Aracy x Monalisa	-0,0383	-0,3572**	0,0404	-0,0012	-0,1540	2,2133
Aracy x Monona	0,0509	0,1178	0,0408	0,0033	-0,0323	-2,7916
Aracy x Shepody	0,0843*	0,1821	0,0141	-0,0138*	0,2559*	1,5366
Baronesa x Atlantic	0,0844*	0,1693	-0,0096	0,0144*	-0,1103	0,4140
Baronesa x Desireé	-0,0315	-0,0379	-0,0463	0,0009	0,1978*	4,2057*
Baronesa x Kennebec	0,0071	0,1072	0,1323**	-0,0047	0,3003**	0,2098
Baronesa x Marijke	-0,0348	-0,0148	-0,0354	0,0031	0,1301	-1,0235
Baronesa x Monalisa	-0,0734	-0,1974	-0,0231	-0,0047	-0,5493**	-1,1703
Baronesa x Monona	0,0171	-0,0734	0,0801**	-0,0097	0,1672	-0,5943
Baronesa x Shepody	0,0311	0,0472	-0,0980**	0,0008	-0,1359	-2,0411
Chiquita x Atlantic	-0,1338**	-0,2944*	-0,0003	0,0103	-0,1764	1,0247
Chiquita x Desireé	-0,0295	0,3041*	0,0668*	-0,0092	0,0112	-1,0586
Chiquita x Kennebec	0,0082	-0,2792*	-0,0536*	-0,0067	-0,1638	1,5455
Chiquita x Marijke	0,1446**	-0,0628	0,0084	-0,0063	0,0619	-0,4628
Chiquita x Monalisa	-0,1356**	-0,0220	-0,0810**	0,0125*	0,1089	-0,1096
Chiquita x Monona	0,0200	0,0968	-0,0194	-0,0073	0,0053	0,2914
Chiquita x Shepody	0,1261**	0,2577*	0,0792**	0,0066	0,1529	-1,2304
Itararé x Atlantic	0,0095	0,1608	-0,0661*	0,0046	0,0249	0,8739
Itararé x Desireé	-0,0550	-0,0169	0,0037	0,0121	-0,3402**	-0,9844
Itararé x Kennebec	0,0358	0,1175	-0,0437	0,0080	-0,0157	-1,8553
Itararé x Marijke	0,0552	0,3621**	0,0644*	-0,0197**	0,1881*	-0,5386
Itararé x Monalisa	0,1509**	0,1018	0,0400	-0,0026	0,0184	-1,3354
Itararé x Monona	-0,0338	-0,1820	-0,1144**	-0,0008	0,0520	4,1406*
Itararé x Shepody	-0,1626**	-0,5431**	0,1159**	-0,0017	0,0723	-0,3006
Mantiqueira x Atlantic	0,0139	0,1936	0,0787**	-0,0169*	0,2931**	1,9175
Mantiqueira x Desireé	0,0838*	0,0622	-0,0116	0,0024	-0,0774	-3,2658*
Mantiqueira x Kennebec	-0,0045	0,0506	-0,0138	0,0099	-0,1069	-0,3616
Mantiqueira x Marijke	-0,0395	-0,3089*	-0,0461	-0,0007	-0,3841**	1,2801
Mantiqueira x Monalisa	-0,0019	0,2877*	0,0137	0,0023	0,2769**	-0,7668
Mantiqueira x Monona	-0,0922*	-0,1258	0,0155	0,0034	-0,1645	0,6842
Mantiqueira x Shepody	0,0404	-0,1592	-0,0364	-0,0005	0,1630	0,5125
erro padrão	0,0464	0,1417	0,0281	0,0073	0,1093	1,8083

*, ** - significativo ao nível de 5 e 1% respectivamente pelo teste t. (Ho: $\xi_{ij} = 0$)

Uma das características varietais que caracterizam Monalisa, Marijke, Desireé e Baronesa, é o formato alongado, e essas cultivares, mostraram-se bastante promissoras em transmitir aos seus descendentes tais características (tabela 21). O formato alongado é expresso pela maior relação comprimento/largura e o formato cheio, pela maior razão diâm.menor/diâm.maior. Nota-se também pela tabela 21 que as cultivares Atlantic, Kennebec, Monona, Itararé e Chiquita apresentaram tendência em diminuir a relação comprimento/largura de seus híbridos como constatado pelo efeitos de CGC negativos. É importante ressaltar que Atlantic apresenta formato arredondado e Kennebec, Monona, Itararé e Chiquita caracterizam-se pelo formato oblongo que é considerada uma classificação entre os extremos, alongado e comprimido onde a relação comp./largura é menor que a unidade. Em estudo de herança do formato de tubérculos em batatas diplóides, De Jong e Burns (1993) classificaram os materiais em duas categorias, redondo ou alongado. Os autores incluíram os materiais de formato comprimido na classe redonda e os oblongos como alongados. Constataram que um gene com efeito principal controla os formatos arredondado e alongado, sendo o formato arredondado dominante. Esses mesmos resultados foram também encontrados por Schick (1956) e De Jong e Rowe (1972) citados por Ortiz e Huaman (1994), e, em sua tese de doutorado, Maris (1962) citado por De Jong e Burns (1993), verificou que esta característica foi governada por um gene com efeito marcante e um número desconhecido de modificadores ou genes com efeitos menores. Por outro lado, Salaman (1926) e Rudolf e

Baerecke (1974) citados por Ortiz e Huaman (1994) constataram que a forma alongada domina a arredondada.

O formato de tubérculos foi estudado também por Neele, Nab e Louwes (1991). Os autores empregaram uma escala de notas variando de 1=arredondado a 5=alongado e verificaram que a CGC foi superior aos efeitos de CEC. Esses resultados corroboram com aqueles apresentados nas tabelas 18 e 19, onde constatou-se predominância dos efeitos aditivos dos genes para a relação comp./largura conforme a $R_{CGC}^2_{I+II}$ (72,20%) e o elevado valor de correlação (0,84) entre as médias da família e as médias estimadas por $\hat{y}_{ij} = \hat{m} + \hat{g}_i + \hat{g}_j$, respectivamente.

Pelas tabelas 15, 16, 22 e 23 pode-se notar que algumas combinações híbridas mostraram-se bastante promissoras para seleção de indivíduos superiores considerando simultaneamente importantes características varietais. Entre elas citam-se as famílias Apuã x Monalisa, Chiquita x Marijke, Chiquita x Shepody e Mantiqueira x Monalisa. Estes híbridos apresentaram para alguns caracteres boa associação alélica expressa pelos efeitos positivos de CEC (tabelas 22 e 23) e também médias superiores (tabelas 15 e 16) para produção de tubérculos por planta, peso médio de tubérculos graúdos, aparência geral de tubérculos, densidade relativa de tubérculos e maior relação comprimento/largura.

4.1.3 Análise conjunta

A interação genótipo x ambiente é um fenômeno importante na definição de estratégias e recomendação de cultivares em programas de melhoramento. Identificar cruzamentos promissores baseando-se na média de locais poderá melhorar as perspectivas para a seleção de clones com melhor estabilidade fenotípica. Para avaliar a magnitude das interações dos componentes genéticos devido a CGC e CEC por ambientes, faz-se necessário proceder uma análise conjunta. Para tanto, as variâncias residuais para as variáveis avaliadas nos diferentes ensaios deverão ser homogêneas, conforme Gomes (1985). Contudo, espera-se também que os locais onde as famílias são avaliadas representem o ambiente ou região para a qual as novas cultivares poderiam ser recomendadas. Neste trabalho considerou-se que os locais utilizados não constituem uma amostra representativa da região sul de Minas Gerais e portanto o efeito de locais do modelo foi considerado fixo. Como discutido anteriormente, o efeito de pais no modelo dialélico também foi fixo.

Na tabela 24 é apresentado o resumo das análises dialélica conjunta entre os locais Madre de Deus e Lavras. Verificou-se de maneira geral, ampla variação para os efeitos considerados isoladamente bem como de suas interações por locais. Exceção a este fato pôde ser constatada pela não significância de alguns caracteres para a interação de locais com capacidade geral de combinação dos materiais do grupo dos importados. Isto indica

TABELA 24. Resumo das análises dialélica conjunta para caracteres de produção e densidade de tubérculos. Madre de Deus e Lavras-MG, 1995.

Causas da variação	G.L.	QM							
		Produção total de tubérculos/planta (g)	Produção de tubérculos comerciáveis/planta (g)	Peso médio de tubérculos graúdos (g) (diâmetro>45mm)	Peso médio de tubérculos médios (g) (33<diân.<45mm)	Porcentagem da produção total/pl de tub. graúdos	Número de tubérculos/pl. graúdos/pl.	Número de tubérculos médios/pl.	Densidade de tub. $\times 10^{-4}$
Local	1	220141,30**	80193,34**	3414,75**	88,90**	43,45	2,46**	0,11	31,8769**
Tratamentos	54	20966,78**	18030,44**	219,91**	32,68**	201,01**	0,87**	1,37**	0,3902**
Pais	12	38688,88**	35564,79**	598,98**	101,43**	534,47**	2,12**	3,07**	0,8306**
Grupo I	5	52418,70**	53862,14**	1323,47**	151,15**	685,09**	2,70**	4,52**	0,9563**
Grupo II	6	23915,87**	21224,30**	47,67	71,93**	456,75**	1,88**	1,36**	0,8245**
Grup. I vs Grup. II	1	58677,77**	30121,02**	284,41*	29,88*	197,71**	0,60	6,13**	0,2382**
Pais vs Cruzamentos	1	8335,50	3956,50	422,06**	3,31	43,64	1,05*	0,11	0,1518*
Cruzamentos	41	16087,90**	13241,71**	104,02**	13,28**	107,25**	0,49**	0,90**	0,2671**
CGC I	5	31192,86**	25149,54**	153,61*	14,91**	64,77**	0,67**	1,40**	0,2731**
CGC II	6	50222,56**	37696,55**	168,13**	30,59**	376,41**	1,32**	3,20**	1,0249**
CEC	30	6743,48*	6366,10**	82,94*	9,54**	60,49**	0,30**	0,36**	0,1146**
Tratamen. x local	54	9905,34**	8398,10**	253,11**	17,37**	134,90**	0,32**	1,10**	2,1775**
Pais x local	12	23146,97**	18482,03**	441,91**	57,78**	379,33**	0,51**	2,78**	0,3204**
Grupo I x local	5	29938,10**	19496,44**	379,58**	34,55**	336,81**	0,59**	3,25**	0,2960**
Grupo II x local	6	20752,03**	17762,68**	249,78**	80,78**	277,59**	0,76**	1,87**	0,3944**
G. I vs G. II x local	1	3561,02	17626,07*	1906,37**	35,88**	1202,39**	0,93	5,91**	0,0005
Pais vs Cruz. x local	1	21310,31*	14451,54*	538,92**	2,25	212,98**	0,38	9,73**	0,1766*
Cruzamentos x local	41	6751,57*	5299,19	190,88**	5,92	61,45**	0,26**	0,39**	0,074**
CGC I x local	5	16073,57**	15491,41**	197,72**	17,10**	51,45*	0,45**	0,23	0,3032**
CGC II x local	6	5304,94	5011,19	383,19**	6,76	95,02**	0,48**	0,71**	0,0692*
CEC x local	30	4120,56	3657,91	151,28**	3,89	56,40**	0,17	0,36**	0,0371
Resíduo médio	151	3504,90	3057,67	46,96	4,68	20,51	0,12	0,11	0,0296
$R^2_{CGCI} (\%)$		23,65	23,16	18,01	13,69	7,36	16,67	18,97	12,47
$R^2_{CGCII} (\%)$		45,68	41,66	23,65	33,71	51,36	39,42	52,03	56,15
$R^2_{CGCI+II} (\%)$		69,33	64,82	41,66	47,40	58,73	56,10	71,00	68,62
$R^2_{CEC} (\%)$		30,67	35,18	58,34	52,56	41,27	44,80	29,27	31,39

*, ** - significativo ao nível de 5 e 1% respectivamente pelo teste F.

$R^2 (\%)$ - coeficiente de determinação

certa estabilidade dos efeitos de CGC II em diferentes locais para as variáveis produção total e comercial por planta e peso médio de tubérculos médios. A estabilidade dos efeitos também pode ser

mostrada na tabela 25, onde a boa concordância da magnitude relativa das estimativas com sinais positivos ou negativos nos dois locais (tabelas 8, 20 e 21), conduziram à coeficientes de correlação elevados e de sinal positivo (tabela 25). Embora tenha sido observado significância de CGC II x local para densidade relativa de tubérculos (tabela 24), ainda assim constatou-se uma boa associação (tabela 25) entre os resultados observados no ensaio de Madre de Deus e Lavras, como verificado também nas tabelas 8, 21 e 26, onde as cultivares Atlantic, Marijke, Shepody e Chiquita mostraram sua estabilidade e o potencial em transmitir aos seus descendentes alelos favoráveis para incremento na densidade relativa de tubérculos.

Para os efeitos cuja interação por locais foi significativa estimou-se a parte complexa da interação conforme Cruz e Castoldi (1991). A parte simples da interação é devida a diferença de variabilidade entre os genótipos nos ambientes e a parte complexa, à falta de correlação entre os genótipos. Verificou-se de modo geral que a predominância das interações simples ou complexas foi variável. Para densidade e também para os componentes da produção, número de tubérculos graúdos e médios, constatou-se que a parte simples da interação para os efeitos da interação CGC II x local foram predominantes (33,70; 37,11; e 33,80%, respectivamente). Por outro lado verificou-se superioridade da parte complexa para os demais efeitos referentes aos caracteres avaliados com estimativas variando de 51,87% para número de tubérculos médios referente à interação cruz. x local, até 97,18%

TABELA 25. Correlações entre as médias de famílias e entre as estimativas de capacidade geral e específica de combinação dos locais. Madre de Deus e Lavras-MG, 1995.

Fator correlacionado	Produção total de tubérculos/planta (g)	Produção de tubérculos comerciáveis/planta (g)	Peso médio de tubérculos graúdos (g) (diâmetro >45mm)	Peso médio de tubérculos médios (g) (33 < diâ. < 45mm)	Porcentagem da produção total/pl de tub. graúdos	Número de tubérculos graúdos/pl.	Número de tubérculos médios/pl.	Densidade de tub. $\times 10^{-4}$
média de locais	0,519**	0,456**	-0,295*	0,385**	0,275*	0,391**	0,476**	0,569**
Grupo I CGC	0,206	0,249	-0,127	-0,108	0,303	0,298	0,795*	-0,053
Grupo II CGC	0,792*	0,820*	-0,435	0,704*	0,632	0,617	0,730*	0,873**
CEC	0,230	0,289*	-0,291*	0,424**	0,032	0,321*	0,005	0,521**

*, ** - significativo ao nível de 5 e 1% respectivamente pelo teste t ($H_0: \tau_{ij} = 0$)

para porcentagem de tubérculos graúdos relativo à CEC x local. Para peso médio de tubérculos graúdos todas as estimativas da parte complexa referentes às interações com locais significativas foram superiores a cem por cento, o que pode ser explicado pelas correlações negativas entre as médias de famílias e entre os efeitos genéticos nos dois ambientes.

As interações complexas predominantes para produção e alguns de seus componentes, a princípio, constituem-se num complicador para o melhoramento, indicando que as famílias superiores em Lavras não foram as mesmas no ensaio de Madre de Deus. Entretanto, como essas interações representam o comportamento médio de um grande número de famílias é possível identificar algumas que se sobressaíram nos dois locais. Pelas tabelas 6, 15 e 27 as famílias mais produtivas foram Apuã x Monalisa, Baronesa x Monalisa, Chiquita x Monalisa, Mantiqueira x

Monalisa, Mantiqueira x Atlantic e Mantiqueira x Marijke.

Com relação as médias de locais verificou-se também através das estimativas de R^2 (tabela 24) que os efeitos aditivos dos genes foram predominantes para todos os caracteres exceto para peso médio de tubérculos graúdos e médios cujos R^2_{CGC} foram superiores. Nota-se também na tabela 28 essa mesma tendência através dos coeficientes de correlações elevadas entre a média observada e estimada por $\hat{y}_{ij} = \hat{m} + \hat{g}_i + \hat{g}_j$, principalmente para produção total e comercial de tubérculos, número de tubérculos médios e densidade de tubérculos.

Baseando-se nas correlações entre os efeitos de CGC e a média dos pais e também entre as médias das famílias e o valor médio dos pais, constatou-se que as referidas correlações foram de baixa magnitude e provavelmente influenciadas pela pior performance das cultivares no ensaio de Lavras como discutido anteriormente.

Verifica-se pela tabela 26 que Monalisa e Mantiqueira destacaram-se pelos seus efeitos de CGC para produção total e comercial de tubérculos e número de tubérculos graúdos, repetindo novamente a mesma performance observada quando esses mesmos materiais foram avaliados em Madre de Deus e Lavras (tabelas 8 e 20). Embora Monalisa se revele como um material bastante promissor quanto aos seus efeitos de CGC para produção, o mesmo não acontece para densidade relativa de tubérculos, persistindo na possibilidade de reduzir significativamente a média de seus descendentes como indicado pelos seus efeitos negativos de CGC médios (tabela 26). De fato verifica-se pela tabela 27 que as famílias onde Monalisa foi

TABELA 26. Estimativas de capacidade geral de combinação dos pais para caracteres de produção e densidade de tubérculos. Madre de Deus e Lavras-MG, 1995.

	Pais	Produção total de tubérculos/planta (g)	Produção de tubérculos comerciáveis/planta (g)	Peso médio de tubérculos graúdos (g) (diâmetro>45mm)	Peso médio de tubérculos médios (g) (33<diâm.<45mm)	Porcentagem da produção total/pl de tub.graúdos	Número de tubérculos graúdos/pl.	Número de tubérculos médios/pl.	Densidade de tub. x10 ⁻⁴
Grupo I	Apuã	-59,5660**	-58,6597**	-3,6327*	-0,6108	-3,2156**	-0,3618**	-0,2021**	-0,0719*
	Aracy	15,7204	15,3923	0,4936	0,1490	0,3255	0,0630	0,0873	-0,1583**
	Baronesa	24,5615*	24,5340*	5,2086**	1,8730**	1,4020	0,0838	-0,1584*	-0,0462
	Chiquita	21,8033	20,5228	2,2002	-0,3233	2,7263**	0,1826*	0,0049	0,2074**
	Itararé	-57,2198**	-47,1485**	-2,5549	-1,1474*	0,5042	-0,1757*	-0,3084**	0,1339**
	Mantiqueira	54,7005**	45,3591**	-1,7147	0,0594	-1,7426	0,2080**	0,5766**	-0,0651
Grupo II	Atlantic	-9,0852	9,7028	2,5601	-1,7632**	10,5735**	0,3804**	-0,6336**	0,3839**
	Desiré	-15,5965	-18,4840	-2,4082	-0,3727	-2,6846*	-0,1680	0,1264	-0,1823**
	Kennebec	-60,9886**	-49,6051**	2,9870	-0,3563	1,1389	-0,3075**	-0,4563**	-0,0300
	Marijke	-3,9922	-20,7451	-1,5709	2,0327**	-7,9138**	-0,3754**	0,4008**	0,2519**
	Monalisa	140,5425**	120,7588**	3,9182*	2,2579**	-1,8836	0,5380**	0,8742**	-0,2650**
	Nonona	-24,1867	-26,8037*	-6,6119**	-1,6409**	-0,4602	0,0378	-0,1503*	-0,3831**
	Shepody	-26,6931*	-14,8238	1,1257	-0,1525	1,2297	-0,1053	-0,1612*	0,2247**
	erro padrão grupo I	14,4438	13,4909	1,6719	0,5278	1,1049	0,0877	0,0821	0,0416
	erro padrão grupo II	15,8224	14,7785	1,8315	0,5781	1,2104	0,0961	0,0900	0,0456

*,** - significativo ao nível de 5 e 1% respectivamente pelo teste t. ($H_0: \hat{\theta}_i = 0; \hat{\theta}_j = 0$)

um dos pais, apresentaram médias muito superiores à média geral dos cruzamentos para produção e inferiores em relação a densidade relativa de tubérculos, confirmando a tendência desse parental em reduzir o teor de matéria seca de tubérculos de sua progênie. Nota-se também o baixo valor médio de densidade relativa de Monalisa em relação aos demais cultivares avaliados (tabela 29).

A variação observada na tabela 24 para CGC e CEC indica que a seleção de pais com boa capacidade geral de combinação não exclui a possibilidade de explorar os efeitos devido a capacidade específica de combinação. Portanto, a identificação de combinações

híbridas superiores baseada na informação média dos locais pode ser analisada nas tabelas 27 e 30. A probabilidade de se selecionar simultaneamente clones produtivos, com elevado percentual de tubérculos graúdos e boa densidade relativa de tubérculos é maior empregando-se a família Mantiqueira x Atlantic. Este cruzamento mostrou-se muito favorável, pois além de apresentar médias superiores foi capaz de associar alelos dispersos em ambos os parentais como indicado pelos efeitos significativos de CEC.

Outros cruzamentos já relacionados anteriormente como Apuã x Monalisa, Baronesa x Monalisa, Chiquita x Monalisa, Mantiqueira x Monalisa e Mantiqueira x Marijke apresentaram médias para caracteres de produção bastante elevadas, e entre estes alguns manifestaram boa CEC. Entretanto, nenhuma dessas famílias apresentou médias de densidade relativa de tubérculos superiores à média geral dos híbridos, indicando portanto a baixa eficiência de tais famílias em gerarem híbridos com melhores teores de matéria seca de tubérculos.

4.2 Análise de trilha e resposta correlacionada à seleção

As estimativas das correlações fenotípicas e genotípicas entre os caracteres para o experimento conduzido em Lavras, estão apresentadas nas tabelas 31 e 32, respectivamente. Observa-se que, em geral, houve boa concordância entre os sinais das correlações genotípicas e fenotípicas e certa tendência das primeiras superarem as últimas. Infere-se portanto que os componentes genéticos

TABELA 27. Médias dos híbridos para caracteres de produção e densidade de tubérculos. Madre de Deus e Lavras-MG, 1995.

Cruzamentos	Produção total de tubérculos/planta (g)	Produção de tubérculos comerciáveis/planta (g)	Peso médio de tubérculos graúdos (g) (diâmetro>45mm)	Peso médio de tubérculos médios (g) (33<diâm.<45mm)	Porcentagem da produção total/pl de tub.graúdos	Número de tubérculos graúdos/pl.	Número de tubérculos médios/pl.	Densidade de tub. x10 ⁻⁴
Apuã x Atlantic	484,104	414,127	109,972	49,053	61,155	2,702	2,100	1,0642
Apuã x Desireé	445,809	382,457	114,460	50,381	51,193	1,988	3,047	1,0640
Apuã x Kennebec	427,694	370,061	112,393	50,405	48,643	1,890	3,121	1,0629
Apuã x Marijke	406,090	344,503	105,942	53,743	45,176	1,709	2,953	1,0674
Apuã x Monalisa	698,492	614,161	117,498	54,680	52,197	3,116	4,550	1,0629
Apuã x Monona	366,143	313,147	100,781	50,391	46,133	1,656	2,766	1,0613
Apuã x Shepody	357,705	338,091	109,982	48,248	57,216	1,805	2,723	1,0703
Aracy x Atlantic	540,288	500,578	118,372	49,719	65,033	2,953	3,086	1,0686
Aracy x Desireé	517,385	457,681	109,402	50,472	54,668	2,513	3,508	1,0575
Aracy x Kennebec	484,713	450,453	120,518	49,119	62,502	2,468	2,554	1,0658
Aracy x Marijke	526,289	439,098	105,957	51,976	46,351	2,318	3,638	1,0682
Aracy x Monalisa	558,189	462,745	118,263	54,070	42,179	2,008	4,197	1,0604
Aracy x Monona	499,077	447,401	105,680	51,088	56,058	2,705	3,130	1,0597
Aracy x Shepody	587,102	536,955	121,718	55,776	59,709	2,934	3,174	1,0665
Baronesa x Atlantic	528,070	499,389	125,912	51,564	70,491	2,955	2,391	1,0718
Baronesa x Desireé	520,007	443,035	113,881	51,467	48,552	2,198	3,808	1,0639
Baronesa x Kennebec	519,372	472,358	124,753	56,401	59,428	2,518	2,842	1,0652
Baronesa x Marijke	530,551	447,629	117,408	55,372	48,531	2,176	3,455	1,0656
Baronesa x Monalisa	750,962	688,043	129,647	55,081	64,436	3,857	3,250	1,0604
Baronesa x Monona	508,300	439,451	116,558	54,844	54,740	2,389	2,893	1,0612
Baronesa x Shepody	417,669	368,997	104,757	49,559	47,859	1,953	2,926	1,0665
Chiquita x Atlantic	452,749	419,323	118,391	48,416	66,362	2,625	2,384	1,0690
Chiquita x Desireé	513,796	449,355	108,609	52,578	53,676	2,494	3,283	1,0685
Chiquita x Kennebec	454,367	403,579	123,198	52,500	56,202	2,057	2,750	1,0650
Chiquita x Marijke	550,593	477,108	117,203	53,559	49,221	2,337	3,847	1,0685
Chiquita x Monalisa	650,870	558,536	111,193	49,066	54,558	3,205	4,303	1,0644
Chiquita x Monona	565,911	504,327	106,821	48,578	58,195	3,133	3,483	1,0659
Chiquita x Shepody	567,336	518,598	126,442	54,217	65,093	2,885	2,760	1,0710
Itararé x Atlantic	400,451	373,777	110,074	48,926	65,111	2,421	2,242	1,0707
Itararé x Desireé	416,194	364,169	99,010	49,887	45,096	1,968	3,243	1,0627
Itararé x Kennebec	393,836	344,067	110,065	49,054	53,551	1,886	2,544	1,0668
Itararé x Marijke	435,837	388,762	120,316	54,869	53,359	1,947	2,745	1,0735
Itararé x Monalisa	569,622	526,425	118,136	54,757	58,032	2,877	3,502	1,0651
Itararé x Monona	509,439	446,647	107,831	46,550	61,562	2,960	2,795	1,0626
Itararé x Shepody	477,082	413,278	113,141	49,103	51,042	2,168	3,444	1,0658
Mantiqueira x Atlantic	628,111	582,879	115,316	51,323	64,623	3,590	3,430	1,0711
Mantiqueira x Desirré	581,515	524,254	122,866	52,560	60,040	2,785	3,305	1,0650
Mantiqueira x Kennebec	442,372	393,708	109,672	49,962	55,841	2,300	2,887	1,0649
Mantiqueira x Marijke	614,973	510,286	106,425	52,258	39,213	2,224	5,203	1,0644
Mantiqueira x Monalisa	703,405	606,498	111,449	55,444	46,631	3,080	4,978	1,0634
Mantiqueira x Monona	494,295	420,061	105,334	48,284	49,884	2,349	3,467	1,0586
Mantiqueira x Shepody	521,232	466,994	113,391	51,762	55,793	2,587	3,441	1,0659
média dos híbridos	514,714	455,309	113,779	51,597	54,889	2,494	3,239	1,0654

TABELA 28. Correlações entre a média dos pais e o efeito de CGC, entre a média da família e o valor médio dos pais e entre a média da família e a média estimada conforme o modelo $\hat{y}_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j$. Madre de Deus e Lavras -MG, 1995.

característica	média pai			média da família	
	CGC	CGC I	CGC II	valor médio dos pais	média estimada $\hat{y}_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j$
Produção total de tubérculos/pl	0,50*	0,55	0,59	0,45**	0,83**
Produção comercial de tubérculos/pl	0,44**	0,45	0,53	0,37**	0,81**
Peso médio de tubérculos graúdos	0,16	0,22	0,17	0,11	0,65**
Peso médio de tubérculos médios	0,57*	0,61	0,65	0,40**	0,69**
Porcentagem da prod. total de tubérc. graúdos	0,51*	0,69	0,56	0,41**	0,77**
Número de tubérculos graúdos/pl	0,43	0,41	0,49	0,33*	0,75**
Número de tubérculos médios/pl	0,64**	0,94**	0,69*	0,60**	0,84**
Densidade relativa de tubérculos	0,56*	0,30*	0,74*	0,48**	0,83**
graus de liberdade	11	4	5	40	40

*, ** - significativo ao nível de 5 e 1% respectivamente pelo teste t. (Ho: $r_{ij} = 0$)

TABELA 29. Médias dos pais para caracteres de produção e densidade de tubérculos. Madre de Deus e Lavras-MG, 1995.

Pais	Produção total de tubérculos/planta (g)	Produção de tubérculos comerciáveis/planta (g)	Peso médio de tubérculos graúdos (g) (diâmetro > 45mm)	Peso médio de tubérculos médios (g) (33 < diâm. < 45mm)	Porcentagem da produção total/pl de tub. graúdos	Número de tubérculos graúdos/pl.	Número de tubérculos médios/pl.	Densidade de tub. $\times 10^{-4}$	
Grupo I	Apuã	218,360	161,288	86,696	46,536	26,450	0,669	2,213	1,0668
	Aracy	640,596	530,366	92,221	43,458	55,650	3,749	4,098	1,0715
	Baronesa	597,337	539,841	129,718	66,576	44,647	2,064	3,902	1,0620
	Chiquita	621,927	582,640	120,260	51,332	61,206	3,205	3,822	1,0730
	Itararé	620,423	604,487	155,443	53,410	78,417	3,030	1,973	1,0660
	Nantiqueira	574,509	449,123	104,561	43,743	36,196	1,637	6,127	1,0540
Grupo II	Atlantic	576,598	555,710	125,034	46,669	82,271	3,737	1,560	1,0728
	Desireé	497,920	456,522	111,848	48,738	70,445	3,003	2,365	1,0638
	kennebec	432,545	394,632	118,783	62,166	51,261	1,509	3,100	1,0552
	Harijke	404,084	369,231	125,108	57,755	51,156	1,649	2,586	1,0711
	Nonalisa	588,297	507,682	121,592	57,347	40,158	2,119	4,164	1,0591
	Honona	350,348	314,237	122,238	48,084	53,374	1,658	2,204	1,0598
	Shepody	301,828	269,759	125,554	50,196	43,050	0,998	3,025	1,0637
média grupo I	545,525	477,957	114,816	50,842	50,428	2,392	3,689	1,0656	
média grupo II	450,231	409,682	121,451	52,993	55,959	2,096	2,117	1,0636	

TABELA 30. Estimativas de capacidade específica de combinação dos híbridos para caracteres de produção e densidade de tubérculos. Madre de Deus e Lavras-MG, 1995.

Cruzamentos	Produção total de tubérculos/planta (g)	Produção de tubérculos comerciáveis/planta (g)	Peso médio de tubérculos (g) (diâmetro > 45mm)	Peso médio de tubérculos médios (g) (33 < diâ. < 45mm)	Porcentagem da produção total/pl de tub. graúdos	Número de tubérculos graúdos/pl.	Número de tubérculos médios/pl.	Densidade de tub. x10 ⁻⁴
Apuã x Atlantic	38,0410	7,7746	-2,7348	-0,1693	-1,0920	0,2326	-0,3038	-0,4373**
Apuã x Desireé	6,2574	4,2918	6,7210	-0,2327	2,2041	-0,0120	-0,1162	0,1090
Apuã x Kennebec	33,5340	23,0162	-0,7407	-0,2243	-4,1688	0,0092	0,5399**	-0,1470
Apuã x Marijke	-45,0664	-31,4011	-2,6337	0,7244	1,4163	-0,0172	-0,4850**	0,0154
Apuã x Monalisa	102,8017**	96,7522**	3,4334	1,4414	2,4075	0,4518*	0,6391**	0,0832
Apuã x Monona	-64,8183*	-56,6993*	-2,7543	1,0457	-5,0796*	-0,4736*	-0,1208	0,0444
Apuã x Shepody	-70,7495*	-43,7343	-1,2908	-2,5852*	4,3127	-0,1907	-0,1532	0,3323**
Aracy x Atlantic	18,9390	20,1734	1,5391	-0,2635	-0,7546	0,0096	0,3930*	0,0987
Aracy x Desireé	2,5466	5,4638	-2,4627	-0,9011	2,1386	0,1581	0,0549	-0,4519**
Aracy x Kennebec	15,2665	29,3563	3,2580	-2,2700*	6,1481*	0,2577	-0,3167	0,2321*
Aracy x Marijke	-0,1538	-10,8588	-6,7450	-1,8024	-0,9493	0,1177	-0,0897	0,1830*
Aracy x Monalisa	-112,7884**	-128,7150**	0,0718	0,0710	-11,5120**	-1,0646**	-0,0036	-0,0766
Aracy x Monona	-7,1713	3,5034	-1,9810	0,9829	1,3040	0,0873	-0,0467	-0,0261
Aracy x Shepody	83,3609**	81,0768**	6,3197	4,1831**	3,2652	0,4342*	0,0087	0,0406
Baronesa x Atlantic	-2,1208	9,8433	4,3638	-0,1428	3,6265	0,0123	-0,0564	0,3007**
Baronesa x Desireé	-3,6720	-18,3241	-2,6986	-1,6298	-5,0541*	-0,2356	0,6008**	0,0733
Baronesa x Kennebec	41,0847	42,1200	2,7776	3,2879**	1,9986	0,2141	0,2178	0,0561
Baronesa x Marijke	-4,7326	-11,4690	-0,0092	-0,1307	0,1535	-0,0228	-0,0267	-0,1866*
Baronesa x Monalisa	71,1435*	87,4411**	6,7404	-0,6418	10,0283**	0,7750**	-0,7047**	-0,1896*
Baronesa x Monona	-6,7890	-13,5887	4,1822	3,0153*	-1,0909	-0,2277	-0,0372	0,0110
Baronesa x Shepody	-94,9138**	-96,0225**	-15,3563**	-3,7581**	-9,6617**	-0,5153**	0,0084	-0,0649
Chiquita x Atlantic	-74,6835*	-66,2125*	-0,1484	-1,0941	-1,8269	-0,4481*	-0,2263	-0,2275*
Chiquita x Desireé	-7,1251	-7,9933	-4,9622	1,6770	-1,2546	0,0098	-0,0877	0,2850**
Chiquita x Kennebec	-21,1618	-22,6480	4,2312	1,5828	-2,5520	-0,2775	-0,0381	-0,2211*
Chiquita x Marijke	18,0674	22,0205	2,7941	0,2525	-0,4804	0,0129	0,2017	-0,1474
Chiquita x Monalisa	-26,1898	-38,0551	-8,7048*	-4,4600**	-1,1741	-0,0027	0,0843	-0,0476
Chiquita x Monona	53,5805	55,2987*	-2,5463	-1,0544	1,0399	0,3806*	0,3888*	0,2286*
Chiquita x Shepody	57,5117	57,5897*	9,3362*	3,0963**	6,2482*	0,3508	-0,3227	0,1293
Itararé x Atlantic	-47,9579	-44,0866	-3,7104	0,2399	-0,8561	-0,2969	-0,0546	0,0119
Itararé x Desireé	-25,7039	-25,5076	-9,8067**	-0,1895	-7,6122**	-0,2053	0,1860	-0,2228*
Itararé x Kennebec	2,6697	-14,4889	-4,1468	-1,0388	-2,9811	0,0728	0,0694	0,0389
Itararé x Marijke	-17,6653	1,3461	10,6625**	2,3868*	5,8793*	0,0023	-0,5864**	0,4205**
Itararé x Monalisa	-28,4152	-2,4942	2,9932	2,0545	4,5219*	0,0248	-0,3028	0,1020
Itararé x Monona	76,1316*	65,2901*	3,2179	-2,2588*	6,6290**	0,5831**	0,0141	-0,0270
Itararé x Shepody	46,2803	19,9411	0,7902	-1,1941	-5,5809*	-0,0353	0,6743**	-0,3234**
Nantiqueira x Atlantic	67,7820*	72,5078*	0,6907	1,4298	0,9032	0,4902*	0,2481	0,2534**
Nantiqueira x Desireé	27,6970	42,0693	13,2091**	1,2761	9,5783**	0,2851	-0,6377**	0,2066*
Nantiqueira x Kennebec	-66,0538*	-57,3556*	-5,3794	-1,3376	1,5553	-0,1305	-0,4723*	0,0410
Nantiqueira x Marijke	49,5504	30,3622	-4,0687	-1,4306	-6,0194*	-0,0671	0,9862**	-0,2848**
Nantiqueira x Monalisa	-6,5522	-14,9290	-4,5340	1,5350	-4,6315*	-0,1843	0,2877	0,1285
Nantiqueira x Monona	-50,9335	-53,8041	-0,1186	-1,7307	-2,8024	-0,3497	-0,1983	-0,2308*
Nantiqueira x Shepody	-21,4896	-18,8507	0,2010	0,2581	1,4166	-0,0437	-0,2136	-0,1139
erro padrão	35,3801	33,0458	4,0955	1,2929	2,7066	0,2149	0,2012	0,1019

*,** - significativo ao nível de 5 e 1% respectivamente pelo teste t. ($f_{ij} = 0$)

apresentaram maior influência na determinação das correlações que os componentes ambientais.

O estudo das correlações entre caracteres tem grande interesse no melhoramento de plantas, uma vez que permite obter informações a respeito do ganho com a seleção indireta. Entretanto as correlações simples não quantificam as influências diretas e indiretas entre características complexas, como produção de tubérculos. Por outro lado, a análise de caminhamento ou trilha proporciona um estudo detalhado das relações de causa e efeito entre caracteres. Porém, antes de realizar esta análise é importante verificar a influência dos possíveis efeitos adversos de multicolinearidade sobre os parâmetros estimáveis. Neste sentido, verificou-se presença de multicolinearidade empregando-se as treze variáveis relacionadas nas tabelas 31 e 32. Embora seja possível empregar a análise de trilha sob multicolinearidade (Carvalho, 1995) optou-se neste estudo pela eliminação da variável produção comercial de tubérculos por planta, sendo que, após a exclusão da mesma, o respectivo diagnóstico relativo às doze variáveis remanescentes, indicou colinearidade fraca conforme classificação de Montgomery e Peck (1981).

Os efeitos diretos e indiretos das variáveis correlacionadas significativamente com produção total de tubérculos estão apresentados na tabela 33. O efeito residual do modelo proposto foi considerado nulo e portanto pela utilização das variáveis em estudo, através de seus efeitos diretos e indiretos, foi possível explicar 100% da variação de produção total de

TABELA 31. Matriz de correlações fenotípicas. Lavras-MG, 1995.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Aparên. tubérc.	Ciclo vegetat.	Vigor planta	dens. $\times 10^{-4}$	produção/planta (g)	Produção comerc./plan. (g)	Peso méd. tubérculo graúdo(g)	Peso méd. tubérculo médio(g)	% da prod. total de tub.graúdo	Número tubérc. grd./pl	Número tubérc. méd./pl	Formato tubérculo cmp./diã.	Formato tubérculo di.</di.>
(1)	-0.0051	0.1445**	0.0246	0.2675**	0.2819**	0.2799**	0.2591**	0.1985**	0.2395**	0.1812**	0.2221**	-0.1162**
(2)		0.2392**	0.0442	0.1522**	0.1540**	0.1303**	0.0564	0.1846**	0.1756**	-0.0316	0.0767*	-0.0967**
(3)			0.1809**	0.3930**	0.4032**	0.2816**	0.2003**	0.3693**	0.4258**	0.1195**	0.1092**	-0.1688**
(4)				0.0281	0.0211	-0.0861**	-0.0350	0.0139	0.0554	-0.0641*	-0.0504	-0.0020
(5)					0.9839**	0.5440**	0.3700**	0.5259**	0.7909**	0.3540**	0.2825**	-0.2671**
(6)						0.5746**	0.3712**	0.5999**	0.8218**	0.3214**	0.2681**	-0.2840**
(7)							0.3518**	0.6553**	0.4676**	0.0772*	0.2345**	-0.2129**
(8)								0.0869**	0.1556**	0.1562**	0.6111**	-0.1083**
(9)									0.7993**	-0.2678**	-0.0983**	-0.2839**
(10)										0.0342	0.0024	-0.2829**
(11)											0.2203**	-0.0226
(12)												0.0438

*, ** - significativo ao nível de 5 e 1% respectivamente pelo teste t. (No: $r_{ij}=0$)

TABELA 32. Matriz de correlações genotípicas. Lavras-MG, 1995.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Aparên. tubérc.	Ciclo vegetat.	Vigor planta	dens. $\times 10^{-4}$	produção/planta (g)	Produção comerc./plan. (g)	Peso méd. tubérculo graúdo(g)	Peso méd. tubérculo médio(g)	% da prod. total de tub.graúdo	Número tubérc. grd./pl	Número tubérc. méd./pl	Formato tubérculo cmp./diã.	Formato tubérculo di.</di.>
(1)	0.2261	0.1610	0.5402*	0.3824**	0.4159**	0.4823*	0.4035*	0.2852	0.3609*	0.2751*	0.5533**	-0.3100
(2)		0.1928	-0.2738	0.0310	0.0277	0.5115	0.7626**	0.5349*	0.1431	-0.5920**	0.3077	-0.1665
(3)			0.4211**	0.3763**	0.3836**	0.2140	0.3647**	0.3907**	0.4425**	0.1088	0.2551**	-0.0883
(4)				0.1368	0.0717	-0.1657	-0.3008*	-0.0150	0.2565	-0.0714	-0.1512	0.1169
(5)					0.9833**	0.5117**	0.6038**	0.4597**	0.8056**	0.3580**	0.4568**	-0.1856
(6)						0.5488**	0.5807**	0.5369**	0.8413**	0.3262**	0.4238**	-0.1865
(7)							0.6052**	0.5320**	0.3544	0.1737	0.5164**	-0.1350
(8)								0.1451	0.4462**	0.2641**	0.8010**	0.1385
(9)									0.7793**	-0.3312**	-0.0629	-0.2959
(10)										0.0089	0.1649	-0.3235*
(11)											0.3286**	0.1524
(12)												0.3884**

*, ** - significativo ao nível de 5 e 1% respectivamente pelo teste t. (No: $r_{ij}=0$)

tubérculos por planta, conforme a estimativa de 1,1997 do coeficiente de determinação.

Correlações positivas e significativas entre produção de tubérculos e seus componentes têm sido relatadas, embora haja também registros de ausência ou até mesmo associações negativas (Maris, 1969; Torres, Galán e Diaz, 1974; Killick, 1977; Gaur, Kishore e Gupta, 1978; Lynch e Kozub, 1991; Birhman e Kang, 1993). O fato de ocorrer essas divergências marcantes entre duas variáveis deve ser devido a população utilizada e/ou às circunstâncias ambientais (Falconer, 1987). Os resultados deste estudo indicaram que entre os caracteres envolvidos no desdobramento das correlações, o número e o peso médio de tubérculos graúdos foram as principais causas explicativas dos seus respectivos valores de correlação com produção por planta, como indicado pelos seus efeitos diretos elevados (4,7014 e 3,4950, respectivamente). Por outro lado, embora os caracteres número e peso médio de tubérculos médios e porcentagem da produção total de tubérculos graúdos, tenham apresentado correlações positivas e significativas com produção de tubérculos por planta, os seus efeitos diretos foram razoavelmente elevados e negativos e portanto as ditas correlações estavam sendo causadas pelos efeitos indiretos, via número e peso médio de tubérculos graúdos (tabela 33). Numa situação como esta, os fatores causais indiretos deveriam ser também considerados no processo de seleção visando ganhos indiretos. Em função desses resultados e considerando que a porcentagem da produção total de tubérculos graúdos é uma importante variável a ser considerada na

TABELA 33. Efeitos diretos (diagonal) e indiretos das características da coluna (X) via coluna (Y) sobre a produção total de tubérculos por planta (g). Lavras-MG, 1995.

Caracteres (X)	(Y)								Correlação genotípica com produção total por planta (g)
	Peso médio tubérculo graúdo (g)	Peso médio tubérculo médio (g)	% da produção total de tub. graúdos	Número de tubérculo graúdo/pl	Número de tubérculo médio/pl	Aparência geral de tubérculo	Vigor de planta	Formato de tubérculos comp./diâmetro	
Peso médio tub. graúdo (g)	3,4950	-1,6590	-2,8924	1,6664	-0,2512	-0,0529	0,1783	0,0275	0,5117
Peso médio tub. médio (g)	2,1154	-2,7409	-0,7888	2,0977	-0,3819	-0,0443	0,3039	0,0427	0,6038
% da prod. total de tub. graúdos	1,8596	-0,3977	-5,4361	3,6641	0,4789	-0,0313	0,3255	-0,0033	0,4597
Número tubérculo graúdo/pl	1,2388	-1,2229	-4,2367	4,7014	-0,0128	-0,0396	0,3687	0,0087	0,8056
Número tubérculo médio/pl	0,6072	-0,7240	1,8007	0,0419	-1,4459	-0,0302	0,0907	0,0175	0,3580
Aparência geral de tubérculos	1,6858	-1,1059	-1,5504	1,6969	-0,3978	-0,1098	0,1342	0,0295	0,3824
Vigor de plantas	0,7479	-0,9997	-2,1240	2,0805	-0,1574	-0,0176	0,8332	0,0136	0,3763
Índice de formato de tubérculos	1,8049	-2,1956	0,3423	0,7752	-0,4752	-0,0607	0,2126	0,0533	0,4568
coeficiente de determinação									1,1997

caracterização de uma boa cultivar, verifica-se a importância de se considerar simultaneamente na seleção, os caracteres produção total de tubérculos por planta e a porcentagem de tubérculos graúdos da produção total por planta.

Verificou-se também que os efeitos indiretos sobre a

produção de tubérculos por planta, via número e peso médio de tubérculos graúdos, foram muito mais marcantes do que o próprio efeito direto de índice de formato (comp./largura) e aparência geral de tubérculos. Esses resultados, de modo geral, concordam com aquelas tendências encontradas por Maris (1969) e Tai (1975). Segundo Maris (1969) o número de tubérculos foi um componente importante para explicar a correlação de 0,32 entre a aparência de tubérculos e produção, enquanto Tai (1975) verificou que produção de tubérculos comerciáveis foi correlacionada negativamente com aparência de tubérculos (-0,149) no entanto foi positivamente correlacionada com número de tubérculos comerciáveis (0,241). É importante ressaltar que as correlações observadas por esses autores foram todas significativamente diferentes de zero.

Para a relação diâm.menor/diâm.maior, verificou-se ausência de correlações genéticas com os demais caracteres, exceto de formato (comp./largura) e número de tubérculos graúdos (tabela 32). Esta última correlação foi negativa indicando tendência dos clones com maior número de tubérculos graúdos apresentarem tubérculos mais achatados, ou seja, menor relação entre diâmetros. No entanto, devido a baixa magnitude da correlação pode-se concluir que seja relativamente fácil se selecionar clones com maior número de tubérculos graúdos e de formato cheio, isto é, relação entre os diâmetros maior.

Pela tabela 31 verificou-se associação fenotípica positiva e significativa entre vigor de plantas e ciclo vegetativo, porém a correlação genética foi nula (tabela 32) indicando que o

coeficiente fenotípico observado (0,2392) foi causado por influências ambientais. De outra forma, vigor de plantas apresentou correlações genéticas, embora não muito elevadas, significativas em relação à produção total de tubérculos e à maioria dos caracteres de produção (tabela 32). Entretanto, nota-se na tabela 33 que o efeito direto de vigor de plantas sobre produção total de tubérculos foi inferior ao efeito indireto através de número de tubérculos graúdos. Por outro lado, pode-se dizer que clones mais tardios apresentaram maior peso médio de tubérculos médios, maior porcentagem da produção total de tubérculos graúdos e menor número de tubérculos médios, entretanto o ciclo vegetativo não afetou a produção (tabela 32).

Pela tabela 32 verifica-se que densidade de tubérculos foi correlacionada positivamente com aparência de tubérculos, vigor de plantas e negativamente com peso médio de tubérculos médios. Entretanto tais associações não foram pronunciadas. De fato, pode-se concluir que as variáveis envolvidas neste estudo (tabelas 31 e 32) não foram suficientes para explicar as variações em densidade de tubérculos. Por outro lado, a textura e o teor de proteínas e amido em tubérculos são caracteres que têm mostrado forte associação com densidade de tubérculos, conforme alguns relatos (Houghland, 1966; Verma, Sharma e Joshi, 1975; Gaur, Kishore e Gupta, 1978; Dale e Mackay, 1994).

A ausência de correlação entre densidade e produção, verificada neste estudo (tabela 32), tem sido também relatada em muitos outros trabalhos (Johansen et al., 1967; Gaur, Kishore e

Gupta, 1978; Haynes et al., 1989; Haynes e Haynes, 1990; Birhman e Kang, 1993) indicando portanto que, uma vez que são caracteres independentes, é possível se selecionar clones produtivos e com elevados teores de matéria seca de tubérculos. Entretanto, por serem herdados quantitativamente (Dale e Mackay, 1994), a população sob seleção deverá apresentar médias em patamares mais elevados para ambos os caracteres aumentando a possibilidade de se associar em um único genótipo alelos favoráveis para densidade de tubérculos e produção.

As estimativas dos coeficientes de trilha indicaram que somente a seleção para número e peso médio de tubérculos graúdos poderia acarretar em mudanças consideráveis em produção total de tubérculos, uma vez que estes componentes foram as principais causas explicativas das correlações dos demais caracteres avaliados com a produção. Entretanto, como observado na tabela 34, a resposta correlacionada, em função dos dois caracteres ou pela combinação dos mesmos em índice de seleção, não proporcionou ganhos superiores à seleção direta para produção. A baixa eficiência relativa observada pela resposta correlacionada era esperada em função das herdabilidades de número e peso médio de tubérculos graúdos serem inferiores à de produção, além, também, dos coeficientes de correlação genética com produção não muito pronunciados, principalmente para peso médio de tubérculos graúdos.

TABELA 34. Estimativas do ganho por seleção em produção de tubérculos por planta (g/pl) e eficiência relativa (%) da seleção indireta via número e peso médio de tubérculos graúdos. Lavras-MG, 1995.

Critério de seleção	Ganho por seleção (g/pl.)	Eficiência relativa (%)
Seleção direta - produção total de tubérculos (PROD)	356,61	100
Sel. indireta - número de tubérculos graúdos (NGR)	298,85	83,80
Sel. indireta - peso médio de tubérculos graúdos (PMG)	158,29	44,39
Sel. indireta - I = NGR + PMG	307,19	86,14
Sel. indireta - I = PROD + NGR	352,48	98,84
Sel. indireta - I = PROD + PMG	354,98	99,54
Sel. indireta - I = PROD + NGR + PMG	350,75	98,36

I - índice de seleção

4.3 Comparação entre critérios de seleção de múltiplas características

As análises de variância para treze caracteres referentes a avaliação de 817 clones em Lavras encontram-se nas tabelas 11 e 12. Observou-se variação para todos os caracteres exceto para ciclo vegetativo. De posse das médias ajustadas foram estimadas as herdabilidades no sentido amplo a nível de clones. Posteriormente estimaram-se os ganhos com a seleção direta e indireta considerando somente os caracteres produção total de tubérculos por planta, porcentagem da produção total de tubérculos graúdos, aparência geral de tubérculos e densidade relativa de tubérculos. A exclusão de caracteres foi feita no sentido de evitar informações redundantes e dificuldades de ordem prática nas mensurações rotineiras em programas de seleção de clones de batata.

Na tabela 35 encontram-se as estimativas de ganhos pela seleção direta e indireta considerando-se as proporções 3,18; 10 e

20% de clones selecionados. Observa-se que, para todos os caracteres, o ganho percentual por meio da seleção indireta foi sempre inferior ao obtido pela seleção direta. De fato, segundo Falconer (1987), a seleção indireta somente seria superior à seleção direta se o caráter secundário apresentasse herdabilidade substancialmente maior do que o caráter principal, se a intensidade de seleção no caráter secundário pudesse ser bem maior do que no caráter principal e se a correlação genética entre os dois fosse alta.

Pelos resultados da tabela 35 torna-se evidente que a busca de um equilíbrio harmônico entre os quatro caracteres sob seleção direta não foi a melhor estratégia para esta população. Verifica-se que quando se selecionou os 10% clones mais produtivos a média de densidade relativa de tubérculos foi de 1,0715 que é semelhante à média da população de 1,0717. Por outro lado, os 10% clones com as mais elevadas densidade relativa de tubérculo, com média de 1,0886, apresentaram média para produção de apenas 429,07 g/pl a qual é ligeiramente inferior à média geral da população de 438,51 g/pl. A seleção em tandem, ou seja, a seleção de um caráter por vez, como mostrado anteriormente, acarretará em pouca eficiência do programa de melhoramento. Na prática, o que tem sido feito é empregar o método dos níveis independentes de eliminação, que se baseia no estabelecimento de níveis mínimos ou máximos para cada caráter, e, posterior seleção dos clones cuja performance se enquadra dentro dos limites preestabelecidos. Procedendo desta forma, estabeleceu-se para seleção os seguintes limites mínimos:

produção de tubérculos acima de 600 g/pl; densidade de tubérculos acima de 1,0750; porcentagem da produção total de tubérculos graúdos acima de 70% e aparência geral de tubérculos com nota acima de 3,54. Assim, selecionou-se onze clones cujas médias dos caracteres anteriormente mencionados foram respectivamente, 866,58 g/pl; 1,0815; 82,69% e nota de 4,26. Verificou-se portanto que foi possível de se selecionar clones dentro dos limites almejados, no entanto a população inicial foi extremamente reduzida.

Tem sido verificado que a seleção em tandem é menos eficiente que a seleção pelo método dos níveis independentes de eliminação, que por sua vez é menos eficiente que a seleção com base em índices (Baker, 1986; Cruz, 1990). O emprego de índices de seleção viabiliza a seleção simultânea de caracteres agronomicamente importantes os quais normalmente são complexos e requerem a aplicação de critérios de seleção mais apurados. Entre os índices empregados neste estudo há alguns que se utilizaram das matrizes de variâncias e covariâncias fenotípicas e genéticas (Anexo B). Na tabela 36 são apresentadas as estimativas dos ganhos obtidos pelo emprego de diferentes índices de seleção. Os pesos econômicos empregados foram previamente estabelecidos a partir de simulações ou obtidos de estatísticas dos próprios dados experimentais (Anexo C). A seguir estimou-se a proporção de clones coincidentes selecionados em cada par de critério de seleção, ou seja, seleção direta ou via índices de seleção, correspondente às proporções de 3,18%; 10 e 20% de clones selecionados (tabela 37).

TABELA 35. Estimativas de herdabilidade (h^2), ganhos percentuais com seleção (Gs%) e média dos clones selecionados (\bar{X}_s) para os caracteres aparência geral de tubérculos (ap.tub.), densidade de tubérculos (dens.), produção total de tubérculos por planta em gramas (prd./pl) e porcentagem da produção total de tubérculos graúdos (diâmetro > 45mm) obtidas pela seleção direta e indireta de 3,18; 10 e 20% de 817 clones de batata. Lavras-MG, 1995.

Número do critério de seleção †	Variável sob seleção	h^2 (%)	Proporção de clones selecionados	Aparência tubérculos		Densidade tubérculos		Produção total/planta		% da prod.tot. de tub.graúdos		Total geral Gs(%)
				Gs(%)	\bar{X}_s	Gs(%)	\bar{X}_s	Gs(%)	\bar{X}_s	Gs(%)	\bar{X}_s	
1	Ap.tub	41,54	3,18%	20,10	6,13	0,04	1,0726	31,35	626,03	10,43	57,37	61,92
			10%	14,72	5,10	0,00	1,0716	23,02	576,18	11,56	58,37	49,30
			20%	11,26	4,50	0,05	1,0730	14,64	526,10	5,94	53,41	31,89
2	dens.	39,13	3,18%	-0,22	2,75	0,81	1,0937	-10,32	376,76	-12,77	36,88	-22,50
			10%	0,10	2,79	0,62	1,0886	-1,58	429,07	-3,09	45,43	-3,95
			20%	0,19	2,81	0,49	1,0851	-0,20	437,34	-2,24	46,18	-1,76
3	prd./pl.	73,31	3,18%	4,31	3,39	-0,04	1,0706	107,08	1078,97	26,20	71,29	137,55
			10%	4,50	3,42	-0,01	1,0715	81,32	924,92	23,61	69,01	109,42
			20%	3,00	3,20	0,01	1,0721	60,39	799,73	20,36	66,14	83,76
4	% tub.gr.	54,54	3,18%	1,97	3,05	0,02	1,0723	24,54	585,29	57,59	99,01	84,12
			10%	3,01	3,20	0,05	1,0731	34,76	646,39	47,01	89,67	84,83
			20%	2,15	3,08	0,03	1,0725	29,31	613,82	39,79	83,30	71,28

† - número utilizado para as múltiplas comparações na tabela 37 entre os diferentes critérios de seleção empregados.

Os resultados foram então comparados.

Pela tabela 35 verifica-se que, embora a seleção direta tenha proporcionado a maximização dos ganhos individuais, a mesma não possibilitou a obtenção de ganhos em níveis satisfatórios para os demais caracteres. Entretanto, pela utilização de alguns índices de seleção foi possível obter uma melhor distribuição percentual dos ganhos para os caracteres sob seleção como apresentado na tabela 36 para os índices de número 7, 11, 12, 14, 18 e 20. Nota-se que, em comun, esses índices consideraram todos os caracteres como principais, ou seja, quando os mesmos foram

ponderados pelos seus respectivos pesos econômicos ou pelos coeficientes estimados. Entre alguns desses mesmos índices verifica-se também, em consonância, a utilização do desvio padrão e/ou sua recíproca como peso econômico associados aos caracteres.

Nota-se também na tabela 36 forte semelhança entre as estimativas de ganhos totais e para cada caráter, pelo emprego dos índices de Smith (1936) e Hazel (1943) nº 5, 6, 9 e 10, de Williams (1962) nº 16 e 17 e também de Subandi, Compton e Empig (1973) nº 19, em relação às estimativas obtidas pela seleção direta para produção, conforme tabela 35. Verifica-se portanto que a utilização de quaisquer desses índices supracitados não trouxe benefícios adicionais em comparação àquelas estimativas obtidas nesta população pela seleção direta em produção, embora tenha ocorrido um pequeno acréscimo, porém irrelevante, nos ganhos para densidade relativa de tubérculos.

No índice proposto por Pesek e Baker (1969b) faz-se necessário o estabelecimento prévio dos ganhos desejados para cada caráter. Pela tabela 36 verifica-se que, a utilização do ganho desejado equivalente a um desvio padrão genético para cada caráter considerado como principal ou quando considerou-se como principais somente os caracteres produção e densidade relativa de tubérculos, os ganhos totais foram muito bons. Da mesma forma, trabalhando respectivamente com milho e cenoura, Crosbie, Mock e Smith (1980) e Vieira (1988) obtiveram ganhos satisfatórios empregando-se também o desvio padrão genético como peso econômico.

Pode-se verificar ainda na tabela 36 que quando se

empregou o desvio padrão genético e/ou sua recíproca como pesos econômicos nos índices de Smith (1936) e Hazel (1943) e Williams (1962), os ganhos percentuais foram melhores distribuídos entre os caracteres, quando comparado aos ganhos obtidos pelo uso da relação CV_g/CV_e ou considerando-se a unidade como peso econômico. De fato, os ganhos percentuais para produção de tubérculos foram favorecidos pela utilização da unidade ou da relação CV_g/CV_e , devido o caráter produção ter apresentado herdabilidade superior aos demais, e como consequência causou pior distribuição dos ganhos percentuais entre os demais caracteres.

Considerando-se como principais somente os caracteres densidade relativa e produção de tubérculos, observa-se que houve diminuição nos ganhos percentuais para aparência geral de tubérculos e porcentagem da produção total de tubérculos graúdos, conforme pode-se comparar pela tabela 36 os índices de Smith (1936) e Hazel (1943) de n^o7 com o n^o8, os índices de Pesek e Baker (1969b) n^o12 com o n^o13, os índices de Williams (1962) n^o14 com o n^o15 e os índices de Elston (1963) n^o22 com o n^o23. Por outro lado, a redução nos ganhos percentuais foi menos marcante quando se comparou os índices de Smith (1936) e Hazel (1943) de n^o5 com o n^o6 e o n^o9 com o n^o10, e também os índices de Williams (1962) de n^o16 com o n^o17.

Conforme Baker (1986) os pesos econômicos devem ser estabelecidos respeitando-se a proporcionalidade de valores econômicos relativos dos caracteres envolvidos. Entretanto esta não tem sido uma tarefa fácil e alternativas para evitar a falta de precisão no estabelecimento dos pesos econômicos tem sido relatadas

(Baker, 1986; Cruz, 1990). De fato, esta imprecisão poderia estar influenciando as estimativas de ganhos neste trabalho, pois, verificou-se que, embora tenha sido simulado diferentes pesos econômicos empregados nos índices de Smith (1936) e Hazel (1943) e de Williams (1962), ainda assim não se conseguiu obter ganhos totais e para cada caráter substancialmente superiores aos demais índices. No entanto notou-se um indício forte de que nesta população os clones mais produtivos não apresentaram densidade relativa de tubérculos elevadas, embora não se tenha verificado correlações negativas entre essas duas características.

De acordo com Cruz (1990) os índices propostos por Elston (1963) e Mulamba e Mock (1978) caracterizam-se por eliminar a necessidade de se estabelecer pesos econômicos relativos aos vários caracteres e de estimar as variâncias e covariâncias fenotípicas e genotípicas que, muitas vezes, provocam distorções no índice clássico, em função da baixa precisão a que estão associadas. Baseando-se nestas vantagens, verifica-se que o índice de Mulamba e Mock (1978) nº 20 pode ser considerado bastante promissor para uso em programas de melhoramento de batata por ter apresentado ganhos percentuais bem distribuídos para cada caráter à semelhança dos índices nº 7, 11, 12, 14 e 18.

No índice de Elston (1963) ou índice livre de pesos e de parâmetros estabeleceu-se valores mínimos ou máximos (k_n) para seleção de cada caráter, conforme apresentados na tabela 36. O índice foi definido por $I = w_1 \cdot w_2 \cdot w_3 \cdot w_4$, onde $w_j = x_j - k_n$, sendo x_j as médias observadas dos clones para cada caráter. Segundo Lin

(1978), na prática, o índice referido, seria apenas um algoritmo para o método dos níveis independentes de eliminação, principalmente quando se assume que w_j é nulo nos caso em que x_j está abaixo (ou acima) do nível mínimo (ou máximo) preestabelecido (Cruz, 1990). Este fato pode ser constatado comparando-se os ganhos percentuais mostrados na tabela 36 para o índice de nº24 com aqueles valores obtidos anteriormente quando aplicou-se o método dos níveis independentes de eliminação nesta população. Novamente, verifica-se uma redução muito drástica da população inicial num só ciclo de seleção. Este fato é inconveniente, haja visto que, altas intensidades de seleção nas primeiras avaliações poderia eliminar clones com adaptação ampla em decorrência da seleção daqueles com adaptação específica. Portanto, a alternativa para contornar esta situação seria a de aumentar a proporção de clones selecionados diminuindo os limites mínimos para seleção conforme o índice de Elston nº21. Neste caso, utilizou-se como limites mínimos a média populacional para cada caráter possibilitando desta forma, a seleção de 10% dos clones.

Procurou-se também, de maneira alternativa, fazer comparações da proporção de clones coincidentes selecionados entre cada par de critério de seleção (tabela 37). Verificou-se portanto que, as concordâncias entre os clones comuns selecionados para cada par de critério de seleção assemelharam-se com as observações do ganho total e para cada caráter de acordo com os critérios comparados. Como exemplo, nota-se pela tabela 36 que os índices de Smith (1936) e Hazel (1943) de nº 5, 6, 9 e 10, de

Williams (1962) nº 16 e 17 e a seleção direta para produção cujo o nº do critério de seleção é 3 (tabela 35), apresentaram ganhos totais e para cada caráter muito semelhantes, e as concordâncias entre os clones selecionados foram superiores a 91% comparando-se na tabela 37 os pares dos critérios de seleção anteriormente mencionados. Isto confirma novamente que a utilização dos referidos índices não trouxe vantagens em relação à seleção direta para produção.

Os clones selecionados com base no índice serão posteriormente avaliados experimentalmente em mais ambientes com o objetivo de identificar aqueles com adaptação mais ampla.

Em programas de melhoramento de batata sugere-se combinar a seleção em tandem com a aplicação do índice. Em tais programas cerca de 10.000 a 60.000 clones são avaliados na primeira geração clonal (Tai, 1975; Anderson e Howard, 1981; Brown et al., 1984; Maris, 1988) e frequentemente mais de 90% desta população é eliminada baseado apenas em discriminações visuais (aparência geral de tubérculos) no próprio campo sob critério de seleciona ou descarta. A população remanescente poderia ser avaliada com melhor precisão nas gerações subsequentes, e neste caso a aplicação do índice de seleção seria muito útil.

TABELA 36. Estimativas de ganhos percentuais com a seleção (Gs%) de 3,18%; 10% e 20% de 817 clones de batata para quatro caracteres. Lavras-KG, 1995.

Número do critério de seleção †	Índice	Pesos econômicos associados às variáveis				Proporção de clones selecionados	Aparência tubérculos		Densidade tubérculos		Produção total de tubérculos		% da prod. tot. de tub. graídos		Total geral Gs(%)
		Ap. tub.	dens. tub.	prd./ pl.	% tub. gr.		Gs(%)	X _B ^{††}	Gs(%)	X _B	Gs(%)	X _B	Gs(%)	X _B	
5						3,18%	5,20	3,52	-0,02	1,0710	106,85	1077,62	26,12	71,22	138,15
5	SH	1	1	1	1	10%	4,86	3,47	0,02	1,0720	81,25	923,52	22,63	67,76	108,76
5						20%	3,43	3,26	0,04	1,0727	60,24	797,99	18,25	63,92	81,96
6						3,18%	5,24	3,53	-0,02	1,0712	106,20	1073,69	22,38	67,92	133,80
6	SH	0	1	1	0	10%	4,88	3,48	0,02	1,0722	80,91	921,49	20,93	66,27	106,74
6						20%	2,89	2,78	0,04	1,0728	59,86	795,68	15,55	61,55	78,34
7						3,18%	12,70	4,74	0,29	1,0796	75,65	890,99	29,01	73,78	117,65
7	SH	1/Dp	1/Dp	1/Dp	1/Dp	10%	10,08	4,30	0,20	1,0772	61,01	802,57	24,82	69,70	96,11
7						20%	7,47	3,88	0,20	1,0769	47,06	719,24	21,85	67,09	76,58
8						3,18%	8,84	4,09	0,30	1,0799	87,39	961,24	18,36	64,37	114,89
8	SH	0	1/Dp	1/Dp	0	10%	6,75	3,76	0,25	1,0784	65,61	830,06	11,23	57,76	83,84
8						20%	5,48	3,57	0,24	1,0781	48,86	730,00	9,25	56,02	63,83
9						3,18%	5,09	3,50	-0,03	1,0707	106,37	1077,13	24,73	70,00	136,56
9	SH	CVg/	CVg/	CVg/	CVg/	10%	4,81	3,47	0,02	1,0721	81,10	922,63	21,85	67,09	107,78
9		CVe	CVe	CVe	CVe	20%	3,15	3,22	0,05	1,0729	60,10	797,12	17,32	63,10	80,62
10						3,18%	5,24	3,53	-0,02	1,0712	106,20	1073,69	22,38	67,92	133,80
10	SH	0	CVg/	CVg/	0	10%	4,88	3,48	0,02	1,0722	80,91	921,49	20,93	66,27	106,74
10			CVe	CVe		20%	2,89	3,18	0,04	1,0728	59,86	795,68	15,55	61,55	78,34
11						3,18%	10,44	4,33	0,37	1,0818	71,89	868,47	32,97	77,28	115,67
11	SH	10	1000	1	21	10%	8,30	4,00	0,33	1,0808	49,63	735,34	26,94	71,95	85,20
11						20%	6,57	3,73	0,28	1,0793	39,37	673,98	23,20	68,64	69,42
12						3,18%	5,15	3,49	0,46	1,0843	53,67	759,54	42,01	85,26	101,29
12	PB	Dp	Dp	Dp	Dp	10%	3,93	3,34	0,40	1,0826	41,24	684,48	31,95	75,96	77,52
12						20%	3,29	3,24	0,33	1,0806	35,07	647,59	26,49	71,16	65,18
13						3,18%	9,48	4,20	0,37	1,0818	78,13	905,80	16,10	62,38	104,08
13	PB	0	Dp	Dp	0	10%	8,22	4,00	0,32	1,0803	54,90	766,05	7,97	54,90	71,41
13						20%	5,56	3,58	0,32	1,0803	39,76	675,61	6,00	53,17	51,64
14						3,18%	14,51	5,06	0,29	1,0795	61,00	803,35	34,04	78,22	109,84
14	Base	1/Dp	1/Dp	1/Dp	1/Dp	10%	9,84	4,26	0,23	1,0708	53,66	758,66	30,52	74,69	94,25
14						20%	6,91	3,79	0,23	1,0778	42,07	689,42	26,12	70,84	75,33

continua ...

TABELA 36. Continuação.

Número do critério de seleção †	Índice	Pesos econômicos associados às variáveis				Proporção de clones selecionados	Aparência tubérculos		Densidade tubérculos		Produção total de tubérculos		% da prod.tot. de tub.graúdos		Total geral Gs(%)
		Ap. tub.	dens. tub.	prd./ pl.	% tub. gr.		Gs(%)	\bar{X}_B^{++}	Gs(%)	\bar{X}_B	Gs(%)	\bar{X}_B	Gs(%)	\bar{X}_B	
15						3,18%	2,38	3,09	0,57	1,0872	61,77	807,94	15,66	61,99	80,38
15	Base	0	1/Dp	1/Dp	0	10%	2,56	3,14	0,44	1,0836	50,03	736,99	14,92	60,99	67,95
15						20%	1,74	3,02	0,38	1,0818	37,12	659,82	12,43	58,81	51,67
16						3,18%	4,55	3,42	-0,02	1,0711	106,90	1077,91	29,40	74,12	80,38
16	Base	CVg/ CVe	CVg/ CVe	CVg/ CVe	CVg/ CVe	10%	4,24	3,38	0,00	1,0715	81,49	924,94	25,10	69,94	110,83
16						20%	2,95	3,19	0,01	1,0720	60,45	799,24	22,67	67,81	86,08
17						3,18%	4,31	3,38	-0,04	1,0706	107,08	1078,97	26,20	71,29	137,55
17	Base	0	CVg/ CVe	CVg/ CVe	0	10%	4,47	3,42	-0,01	1,0714	81,55	925,30	24,23	69,17	110,24
17						20%	2,96	3,19	0,02	1,0721	60,54	799,78	20,99	66,33	84,51
18						3,18%	3,20	3,23	0,56	1,0870	35,39	650,20	37,34	81,13	76,49
18	Base	10	1000	1	21	10%	2,36	3,11	0,50	1,0854	27,92	605,51	24,88	70,13	55,66
18						20%	1,61	3,00	0,39	1,0824	25,74	592,46	22,01	67,59	49,75
19						3,18%	9,56	4,20	-0,01	1,0713	90,55	980,10	43,02	86,14	143,12
19	Multi †††	-	-	-	-	10%	6,10	3,64	0,05	1,0730	71,03	863,37	36,41	80,31	113,59
19						20%	4,80	3,46	0,05	1,0729	53,85	760,60	31,80	76,24	90,50
20						3,18%	11,26	4,50	0,33	1,0808	56,34	775,49	37,97	81,69	105,91
20	Rank †††	-	-	-	-	10%	8,58	4,05	0,25	1,0786	50,60	741,18	32,75	77,08	92,19
20						20%	6,33	3,70	0,21	1,0775	40,93	683,32	28,69	73,50	76,17
21	Els ††††	2,78	1,071	438,5	48,16	10%	7,42	3,87	0,25	1,0784	45,38	709,93	27,01	72,01	80,06
22	Els	2,78	1,070	600,0	70,00	3,18%	9,08	4,09	0,20	1,0772	67,72	843,56	39,93	83,42	116,93
23	Els	0	1,070	600,0	0	10%	3,56	3,28	0,25	1,0784	62,72	813,64	24,85	70,11	91,38
24	Els	3,24	1,075	600,0	70,00	1,35%	9,87	4,26	0,36	1,0815	71,72	866,58	39,62	82,69	121,57

Índice: SH - Smith (1936) e Hazel (1943); Base - Williams (1962); PB - Pesek e Baker (1969b); Multi - Subandi, Conpton e Empig (1973); Rank - Mulamba e Mock (1978) e Els - Elston (1963)

† - número utilizado para múltiplas comparações na tabela 37 entre os diferentes critérios de seleção empregados

†† - média dos clones selecionados

††† - método que não emprega pesos econômicos

†††† - método que utiliza valores mínimos para seleção

TABELA 37. Porcentagem de clones coincidentes selecionados em cada par de critério de seleção utilizado onde acima da diagonal tem-se os valores correspondentes à seleção de 10% dos clones e abaixo 20%. Lavras-MG, 1995.

	1†	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
1		9	24	22	26	27	49	30	26	27	48	22	35	46	16	23	24	37	29	40	27	1
2	25		7	15	7	10	23	24	9	10	34	46	33	27	52	7	7	45	10	22	16	2
3	32	19		32	96	94	56	63	95	94	41	35	52	46	45	99	100	27	70	44	38	3
4	27	22	46		30	29	34	22	30	29	33	44	18	43	26	33	32	39	52	44	26	4
5	35	21	95	43		96	59	67	99	96	44	37	56	49	46	95	96	28	70	45	40	5
6	33	22	91	39	96		57	68	98	100	43	35	57	46	48	93	94	27	66	43	38	6
7	53	38	66	48	68	65		73	59	57	84	56	73	85	54	55	56	61	62	74	57	7
8	45	45	66	32	71	73	79		68	68	63	48	88	61	63	62	63	46	54	52	48	8
9	34	22	93	41	98	98	67	72		98	44	35	57	48	48	94	95	27	68	44	38	9
10	33	22	91	39	96	100	65	73	98		43	35	57	46	48	93	94	27	66	43	38	10
11	59	48	55	45	57	54	88	74	56	54		62	73	87	56	40	41	77	52	78	60	11
12	35	55	52	55	52	49	72	63	52	49	74		49	63	67	35	35	77	49	63	50	12
13	47	55	56	30	61	62	76	90	62	62	75	64		63	63	51	52	55	45	55	51	13
14	52	41	59	54	59	56	89	71	58	56	90	79	69		50	46	46	74	60	82	62	14
15	29	65	52	36	54	55	65	73	55	55	65	75	79	65		45	45	56	44	48	38	15
16	32	18	98	49	92	89	66	64	91	89	55	54	54	59	52		99	27	71	45	39	16
17	32	19	100	46	95	91	66	66	93	91	55	52	56	59	52	98		27	70	44	38	17
18	49	56	45	48	46	45	75	63	46	45	86	81	68	84	68	46	45		41	72	56	18
19	38	23	74	65	71	66	72	59	69	66	63	63	53	72	53	76	74	58		62	45	19
20	49	40	58	57	57	54	82	63	56	54	82	79	62	90	63	59	58	82	73		71	20
21	28	22	29	26	29	28	43	37	29	28	43	41	35	43	35	30	29	43	40	47		21

† - os números permitem identificar o critério de seleção empregado de acordo com as tabelas 35 e 36.

4.4 Considerações gerais

Com base nas informações obtidas nas análises dialélicas em cada local e conjunta verificou-se que ambos os efeitos, CGC e CEC, devem ser explorados considerando-se os caracteres avaliados

neste trabalho. As cultivares Mantiqueira e Monalisa se destacaram pela estabilidade dos efeitos positivos de CGC nos dois locais mostrando o potencial desses parentais em transmitir aos seus descendentes alelos favoráveis para caracteres de produção de tubérculos. Essas cultivares participaram também dos cruzamentos eleitos como promissores para síntese de populações com fins de seleção baseando-se nas médias de locais. As famílias Baronesa x Monalisa e Mantiqueira x Atlantic foram selecionadas por apresentarem elevado potencial produtivo além da boa associação alélica como reflexo dos efeitos positivos de CEC. Entretanto o cruzamento Baronesa x Monalisa não se mostrou promissor para seleção de indivíduos com maiores teores de matéria seca de tubérculos como verificado nas análises individuais e conjunta. Porém essa mesma família mostrou-se favorável à seleção de clones com boa aparência geral de tubérculos com formato alongado cheio. Por outro lado a família Mantiqueira x Atlantic mostrou-se com potencial para a seleção simultânea de clones produtivos e com bom teor de matéria seca de tubérculos, embora os descendentes tenham apresentado tendências para formato oblongo achatado, que de certa forma tem menor aceitação no mercado consumidor nacional em relação ao formato alongado cheio.

Pela análise de trilha verificou-se que o número e peso médio de tubérculos graúdos foram as principais causas explicativas das correlações entre produção de tubérculos e seus componentes. Notou-se também a importância de se considerar na seleção de clones, além da produção total, o caráter porcentagem de tubérculos

graúdos da produção total em função do baixo efeito direto desse caráter sobre a produção total. Outra alternativa, ao invés de selecionar simultaneamente para esses caracteres, seria aquela onde se seleciona somente para produção de tubérculos graúdos. Entretanto tem sido relatado que frequentemente a classificação em tubérculos graúdos conduz a coeficientes de variação muito elevados, como constatado também nas análises preliminares deste trabalho. Verificou-se também neste estudo que os caracteres qualitativos não apresentaram correlações elevadas com os caracteres produtivos indicando portanto a importância de considerá-los durante o processo seletivo.

O emprego do índice de seleção em programas de melhoramento de batata mostrou grande potencial, pois além de propiciar a seleção simultânea de importantes características varietais, permitiu uma melhor distribuição dos ganhos percentuais entre os caracteres. Comparando-se os diferentes índices empregados verificou-se que aqueles propostos por Smith (1936) e Hazel (1943), Williams (1962), Pesek e Baker (1969) e Mulamba e Mock (1978) foram mais eficientes em proporcionar melhores ganhos percentuais, principalmente quando utilizou-se o desvio padrão genético ou sua recíproca como peso econômico. Entretanto, notou-se como desvantagem de alguns desses métodos o estabelecimento dos pesos econômicos, principalmente devido as inúmeras simulações impreteríveis de serem realizadas, não obstante às facilidades computacionais e o emprego de parâmetros estatísticos da população como ponto de partida na definição desses coeficientes.

5 CONCLUSÕES

Os efeitos de capacidade geral e específica de combinação são ambos importantes na escolha de pais para síntese de populações promissoras em programas de melhoramento de batata direcionados para a demanda do sul de Minas Gerais.

As cultivares Baronesa, Mantiqueira e Monalisa, destacam-se pelos efeitos positivos de CGC com base na média de locais.

As famílias Baronesa x Monalisa e Mantiqueira x Atlantic são promissoras para seleção de clones produtivos, mostrando também esta última família, bom potencial genético para incremento na densidade de tubérculos de seus híbridos.

Sugere-se para uso em programas de melhoramento de batata os índices de seleção propostos por Smith (1936) e Hazel (1943), Williams (1962), Pesek e Baker (1969) e Mulamba e Mock (1978) empregando-se para os primeiros o desvio padrão genético ou sua recíproca como peso econômico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHUJA, Y.R. Estimation of missing values in a diallel cross. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, New Delhi, v.28, n.3, p.305-312, 1968.
- ABDEL-WAHAB, O.A.L.; WARID, W.A.; DAMKOR, T.S. Stem thinning in potato as a pre-selection index. *American Potato Journal*, Orono, v.63, p.113-120, 1986.
- ANDERSON, J.A.D.; HOWARD, H.W. Effectiveness of selection in the early stages of potato breeding programmes. *Potato Research*, Wageningen, v.24, p.289-299, 1981.
- ANUARIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: FIBGE, 1993. v.53.
- ARUNACHALAM, V. Evaluation of diallel crosses by graphycal and combining ability methods. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, New Delhi, v.36, p.358-365, 1976.
- BAENZIGER, P.S.; PETERSON, C.J. Genetic variation: Its origin and use for breeding self-pollinated species. In: STALKER, H.T.; MURPHY, J.P. (Eds.). *PLANT BREEDING IN THE 1990s*. Wallingford: CAB INTERNATIONAL, 1992. p.69-100.
- BAKER, R.J. Issues in diallel analysis. *Crop Science*, Madison, v.18, p.533-536, 1978.
- BAKER, R.J. *Selection indices in plant breeding*. Florida: CRC Press, 1986. 218p.
- BEARZOTI, E. Comparação entre métodos estatísticos na avaliação de clones de batata em um programa de melhoramento. Lavras: ESAL, 1994. 128p. (Dissertação-Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- BEARZOTI, E.; PINTO, C.A.B.P. Dimensionamento de parcela em experimentos de seleção de batata (*Solanum tuberosum* L.). *Ciência e Prática*, Lavras, 1995. (no prelo).

- BENKHEDEHER, M.; EWING, E.E. Growth analysis of eleven potato cultivars grown in the greenhouse under long photoperiods with and without heat stress. *American Potato Journal*, Orono, v.62, n.10, p.537-554, 1985.
- BEZERRA, F.M.L. Coeficientes de cultura e efeitos de déficits hídricos nos diferentes estádios fenológicos sobre a produção da batata (*Solanum tuberosum* L.). Piracicaba: ESALQ, 1995. 131p. (Tese-Doutorado em Irrigação e Drenagem).
- BINGHAM, E.T. Maximizing heterozygosity in autopolyploids. In: LEWIS, W.H. (Ed). *POLYPLOIDY: BIOLOGICAL RELEVANCE*, Plenum Press, New York, 1980. p.471-489.
- BIRHMAN, R.K.; KANG, G.S. Analysis of variation and interrelationships in potato germplasm. *Euphytica*, Wageningen, v.68, p.17-26, 1993.
- BITTENCOURT, C.; REIFSCHENEIDER, F.J.B.; MAGALHÃES, J.R.; FURUMOTO, O.; FEDALTO, A.A.; MARRQUELLI, W.A.; SILVA, H.R.; FRANÇA, F.H.; AVILA, A.C. & GIORDANO, L.B. Cultivo da Batata (*Solanum tuberosum* L.). Brasília: EMBRAPA/CNP Hortaliças, 1985. 20p. (Instruções técnicas, 8).
- BONIERBALE, M.W.; PLAISTED, R.L.; TANKSLEY, S.D. A test of the maximum heterozygosity hypothesis using molecular markers in tetraploid potatoes. *Theoretical and Applied Genetics*, Viena, v.86, p.481-491, 1993.
- BOOK, O.J. Genética e Melhoramento da Batatinha. In: KERR, W.E. (Ed). *Melhoramento e genética*. São Paulo: USP, 1969. p.149-159.
- BRADSHAW, J.E.; MACKAY, G.R. Breeding strategies for clonally propagated potatoes. In: BRADSHAW, J.E.; MACKAY, G.R. (Eds.). *Potato genetics*. Wallingford: CAB INTERNATIONAL, 1994. p.467-497.
- BROWN, C.R. General combining ability of andigena clones for resistance to PLRV. *American Potato Journal*, Orono, v.56, p.456, 1979. (Abst.)
- BROWN, J. The use of cross prediction methods in a potato breeding programme. In: LOUWES, K.M.; TOUSSAINT, H.A.J.M.; DELLAERT, L.M.W. (eds). *PARENTAL LINE BREEDING AND SELECTION IN POTATO BREEDING. PROCEEDINGS OF THE JOINT CONFERENCE OF THE EAPR BREEDING SECTION AND THE EUCARPIA POTATO SECTION*, Wageningen: EAPR/EUCARPIA, 1989. p.5-11.
- BROWN, J.; CALIGARI, P.D.S. Cross prediction in a potato breeding programme. In: KEARSEY, M.J.; WERNER, C.P. (eds). *Biometrics in plant breeding*, Birmingham: EUCARPIA, 1986. p.348-355.

- BROWN, J.; CALIGARI, P.D.S. Cross prediction in a potato breeding programme by evaluation of parental material. *Theoretical and Applied Genetics*, Viena, v.77, p.246-252, 1989.
- BROWN, J.; CALIGARI, P.D.S. The use of multivariate cross prediction methods in the breeding of a clonally reproduced crop (*Solanum tuberosum*). *Heredity*, Essex, v.60, p.147-153, 1988.
- BROWN, J.; CALIGARI, P.D.S.; DALE, M.F.B.; SWAN, G.E.L. & MACKAY, G.R.. The use of cross prediction methods in a practical potato breeding programme. *Theoretical and Applied Genetics*, Viena, v.76, p.33-38, 1988.
- BROWN, J; CALIGARI, P.D.S.; MACKAY, G.R. The repeatability of progeny in the early generations of a potato breeding programme. *Annals of Applied Biology*, London, v.110, p.365-370, 1987.
- BROWN, J; CALIGARI, P.D.S.; MACKAY, G.R.; SWAN, G.E.L. The efficiency of seedling selection by visual preference in a potato breeding programme. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v.103, p.339-346, 1984.
- BRUNE, S.; MELO, P.E. de; LIMA, M.F. Resistência a *Alternaria solani*, características agronômicas e qualidade de fritura em clones de batata imunes a PVY e PVX. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.12, n.2, p.125-130, 1994.
- BUENO, E.B. Efeitos de métodos e épocas de desfolha na produção de dois cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.). Viçosa: UFV, 1976. 36 p. (Tese-Mestrado em Fitotecnia).
- BULMER, M.G. Inbreeding depression and heterosis, the diallel cross. In: _____. *The mathematical theory of quantitative genetics*. New York: Oxford University Press, 1980. cap. 7, p.105-120.
- BURTON, W.G. Challenges for stress physiology in potato. *American Potato Journal*, Orono, v.58, n.1, p.3-14, 1981.
- BURTON, W.G. Requirements of users of ware potatoes. *Potato Research*, Wageningen, v.17, p.374-409, 1974.
- BUSO, J.A. Os programas de melhoramento genético de batata no Brasil. In: HIDALGO, O.A.; RINCÓN, H.R. (eds). *Avances en el mejoramiento genético de la papa en los países del cono sur*. Lima: CIP, 1990. p.31-34.
- BUSO, J.A.; AVILA, A.C.; BEEK, M.A.; PUENTE, F.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. Melhoramento para resistência a viroses em batata no Brasil: Metodologia de avaliação e resultados. In: HIDALGO, O.A.; RINCÓN, H.R. (eds). *Avances en el mejoramiento genético de la papa en los países del cono sur*. Lima: CIP, 1990. p.95-99.

- CALDWELL, B.E.; WEBER, C.R. General, average and specific selection indices for yield in F_1 and F_2 soybean populations. *Crop Science*, Madison, v.5, p.223-226, 1965.
- CALIGARI, P.D.S.; BROW, J. The use of univariate cross prediction methods in the breeding of a clonally reproduced crop (*Solanum tuberosum*). *Heredity*, Essex, v.57, p.395-401, 1986.
- CALIGARI, P.D.S.; POWELL, W.; LIDDELL, K.; DE MAINE, M.J.; SWAN, G.E.L. Methods and strategies for detecting *Solanum tuberosum* dihaploids in interspecific crosses with *S. phureja*. *Annals of Applied Biology*, London, v.112, p.323-328, 1988.
- CAMARGO FILHO, W.P.; OLIVEIRA, M.D.M. Bataticultura brasileira-proposta de ação na política agrícola. *Informações Econômicas*, São Paulo, v.23, n.7, p.47-59, 1993.
- CAMARGO FILHO, W.P.; SUEYOSHI, M.L.S.; CAMARGO, A.M.M.P.; MAZZEI, A.R. Produção e mercado de batata no Brasil, no período 1971-90. *Agricultura em São Paulo*, São Paulo, v.40, n.1, p.183-204, 1993.
- CARDOSO, M.R.O. Moléstias fisiológicas da batata. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.7, n.76, p.61-62, 1981.
- CARDOSO, M.R.O.; GUGLIELMELLI FILHO, F.S. Os cultivares e suas características. *Correio Agrícola*, São Paulo, v.3, p.440-442, 1982.
- CARROLL, C.P.; ROSEMARY, J.L. Flowering behaviour and seed fertility in dihaploid *Solanum tuberosum*. *Potato Research*, Wageningen, v.18, p.416-427, 1975.
- CARVALHO, S.P. Métodos alternativos de estimação de coeficientes de trilha e índices de seleção. Viçosa: UFV, 1995. 163p. (Tese-Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- COCHRAN, W.G.; COX, G.M.; *Experimental design*. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1966. 611p.
- CONCILIO, L. Morphological variability of potato haploids ($2n=2x=24$) extracted from a broadly genetic based tetraploid population. *Journal of Genetics and Breeding*, Roma, v.46, p.35-40, 1992.
- CROSBIE, T.M.; MOCK, J.J.; SMITH, D.S. Comparison of gains predicted by several selection methods for cold tolerance traits of two maize populations. *Crop Science*, Madison, v.20, p.649-655, 1980.

- CRUMBLY, I.J.; NELSON, D.C.; DUYSSEN, M.E. Relationships of hollow heart in Irish potatoes to carbohydrate reabsorption and growth rate of tuber. *American Potato Journal*, Orono, v.50, n.8, p.266-274, 1973.
- CRUZ, C.D. Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas. Piracicaba: ESALQ, 1990. 188p. (Tese-Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- CRUZ, C.D.; CASTOLDI, F. Decomposição da interação genótipos x ambientes em partes simples e complexas. *Revista Ceres*, Viçosa, v.38, p.422-430, 1991.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético. Viçosa: UFV, 1994. 390p.
- CRUZ, C.D.; VENCOVSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, v.12, n.2, p.425-438, 1989.
- CUBILLOS, A.G.; PLAISTED, R.L. Heterosis for yield in hybrids between *S. tuberosum* spp. *tuberosum* and *S. tuberosum* spp. *andigena*. *American Potato Journal*, Orono, v.53, p.143-150, 1976.
- CUNHA, A.L. Caracterização agrônômica e produção de pólen 2n de híbridos de dihaplóides de *Solanum tuberosum* x *Solanum chacoense*. Lavras: ESAL, 1992. 83p. (Tese-Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- CURCIO, F. Produzindo mais e melhor. *Sinal Verde*, São Paulo, v.1, n.12, p.2-6, 1993.
- DALE, M.F.B.; MACKAY, G.R. Inheritance of table and processing quality. In: BRADSHAW, J.E.; MACKAY, G.R. (Eds.). *Potato genetics*. Wallingford: CAB INTERNATIONAL, 1994. p. 285-305.
- DARMO, E.; PELOQUIN, S.J. Use of 2X tuberosum haploid-wild species hybrids to improve yield and quality in 4X cultivated potato. *Euphytica*, Wageningen, v.53, p.1-9, 1991.
- DAVIS, R.L.; PANTON, C.A. Combining ability in alfalfa. *Crop Science*, Madison, v.2, n.1, p.35-37, 1962.
- DAYAL, T.R.; UPADHYA, M.D.; ALHOTRA, V.P.; MEHRA, K.L. Heritability and correlation in yield and other quantitative characters in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Indian Journal of Agricultural Science*, New Delhi, v.42, n.6, p.464-466, 1972.
- DE JONG, H.; BURNS, V.J. Inheritance of tuber shape in cultivated diploid potatoes. *American Potato Journal*, Orono, v.70, p.267-283, 1993.

- DE JONG, H.; TAI, G.C.C. Analysis of tetraploid-diploid hybrids in cultivated potatoes. *Potato Research*, Wageningen, v.20, p.111-121, 1977.
- DE JONG, H.; TAI, G.C.C.; RUSSEL, W.A.; JONHSTON, G.R.; PROUDFOOT, K.G. Yield potential and genotype environment interactions of tetraploid diploid (4X-2X) hybrids. *American Potato Journal*, Orono, v.58, p.191-199, 1981.
- DELLAERT, L.M.W.; SWIEZYNSKI, K.M. The importance of parental line breeding and the selection of superior parents in potato breeding: an introduction of the conference theme. In: LOUWES, K.M.; TOUSSAINT, H.A.J.M; DELLAERT, L.M.W. (eds). *PARENTAL LINE BREEDING AND SELECTION IN POTATO BREEDING. PROCEEDINGS OF THE JOINT CONFERENCE OF THE EAPR BREEDING SECTION AND THE EUCARPIA POTATO SECTION*, Wageningen: EAPR/EUCARPIA, 1989. p.5-11.
- DICKINSON, A.G.; JINKS, J.L. A generalised analysis of diallel crosses. *Genetics*, Baltimore, v.41, n.1, p.65-78, 1956.
- DHIMAN, K.R. Combining ability for yield and some other characters in potato. *Crop Improvement*, Ludhiana, v.15, n.2, p.215-216, 1988.
- DRUMMOND, O.A.. Batatinha. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.11, n.131, p.16-22, 1985.
- DUDLEY, J.W.; BUSBICE, T.H.; LEVINGS III, C.S. Estimates of genetic variance in 'Cherokee' alfafa (*Medicago sativa* L.). *Crop Science*, Madison, v.9, p.228-231, 1969.
- DUQUE, M.I.M. Avaliação e seleção de clones de batata (*Solanum tuberosum* L.). Lavras: ESAL, 1983. 88p.
- EBERHARDT, S.A. Regional maize diallels with US and semi-exotic varieties. *Crop Science*, Madison, v.11, p.911-914, 1971.
- EBERHART, S.A. & GARDNER, C.O. A general model for genetic effects. *Biometrics*, Tucson, v.22, p.864-881, 1966.
- ELSTON, R.C. A weight-free index for the purpose of ranking or selection with respect to several traits at a time. *Biometrics*, Tucson, v.19, p.85-97, 1963.
- ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE BATATA. 7, Araucária, 1993. *Anais...* Araucária: SOB, 1994. 78p.
- ERMISHIN, A.P.; PODLISSIKH, V.E.; KHOTYLEVA, L. Effectiveness of evaluating the combining ability of potato varieties by means of the polycross test. *Doklady Akademii Nauk BSSR*, v.43, n.8, p.758-762, 1990. In: *PLANT BREEDING ABSTRACTS*, Wallingford, v.61, n.7, p. 810, 1991. (Abst. 6345).

- EWING, E.E. Heat stress and the tuberization stimulus. *American Potato Journal*, Orono, v.58, n.1, p.31-49, 1981.
- FALCONER, D.S. *Introdução à Genética Quantitativa*. Viçosa: UFV, 1987. 279p.
- FEDERER, W.T. Augmented (or hoonuiaku) designs. *Hawaiian Planters Record*, Honolulu, v.55, p.191-208, 1956.
- FEHR, W.R. *Principles of cultivar development. Theory and Technique*. New York: Macmillan, 1987. v.1, 536p.
- FERREIRA, D.F.; REZENDE, G.D.S.P.; RAMALHO, M.A.P. An adaptation of Griffing's method IV of complete diallel cross analysis for experiments repeated in several environments. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, v.16, n.2, p.357-366, 1993.
- FERREIRA, P.E. On Jinks-Hayman's analysis of half diallels. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, v.3, p.149-155, 1985.
- GARDNER, C.O. Simplified methods for estimating constants computing sums of squares for a diallel cross analysis. *Fitotecnia Latinoamericana*, Bogotá, v.4, p.1-12, 1967.
- GARDNER, C.O. Teoria de genética estatística aplicable a las medias de variedades, sus cruces y poblaciones afines. *Fitotecnia Latinoamericana*, Bogotá, 2:11-12, 1965.
- GARDNER, C.O.; EBERHART, S.A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. *Biometrics*, Tucson, v.22, p.439-452, 1966.
- GAUR, P.C.; GOPAL, J.; RANA, M.S. Combining ability for yield, its components and tuber dry matter in potato. *Indian Journal of Agricultural Science*, New Delhi, v.53, n.10, p.876-879, 1983.
- GAUR, P.C.; KISHORE, H.; GUPTA, P.K. Studies on character association in potatoes. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v.90, p.215-219, 1978.
- GERALDI, I.O. & MIRANDA-FILHO, J.B. Adapted models for the analysis of combining ability of varieties in partial diallel crosses. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, v.11, n.2, p.419-430, 1988.
- GOLMIRZAIE, A.M.; ORTIZ, R.; SERQUÉN, F. *Genética e Mejoramiento de la Papa Mediante Semilla (sexual)*. Lima: CIP, 1990. 35p.
- GOMES, F.P. *Curso de estatística experimental*. 11.ed., Piracicaba, ESALQ/USP, 1985. 466p.

- GOULD, W.A. Quality of potatoes for chip manufacture. In: THE POTATO ASSOCIATION OF AMERICA. SYMPOSIUM POTATO QUALITY INDUSTRY NEEDS FOR GROWTH. Grand Forks, 1988. p.10-20.
- GRANJA, N.P. Seleção de novos clones (*Solanum tuberosum* L.). Botucatu:UNESP, 1987. 96p. (Tese - Mestrado em Horticultura).
- GRIFFING, B. A generalised treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. *Heredity*, Essex, v.10, p.31-50, 1956a.
- GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal Biological Sciences*, Melbourne, v.9, p.463-493, 1956b.
- GUALBERTO, R.; PINTO, C.A.B.P. Phenotypic stability of potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars grown under different environmental conditions in the southern region of the state of Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, v.16, n.3, p.749-757, 1993.
- HALLAUER, A.R.; MIRANDA-FILHO, J.B. Quantitative genetics in maize breeding. Ames: Iowa State University, 1981, 468p.
- HANSON, W.D.; JOHNSON, H.W. Methods for calculating and evaluating a general selection index obtained by pooling information from two or more experiments. *Genetics*, Baltimore, v.42, p.421-432, 1957.
- HARVILLE, D.A. Optimal procedures for some constrained selection problems. *Journal of the American Statistical Association*, Washington, v.69, p.446-456, 1974.
- HARRIS, D.L. Expected and predicted progress from index selection involving estimates of population parameters. *Biometrics*, Tucson, v.20, p.46-72, 1964.
- HARRIS, P.M. Water. In: HARRIS, P.M. *The Potato Crop: The scientific basis for improvement*. London: Chapman & Hall, 1978. p.245-278.
- HAWKES, J.G. History of the potato. In: HARRIS, P.M. *The Potato Crop: the scientific basis for improvement*, London: Chapman & Hall, 1978. p.1-14.
- HAYMAN, B.I. The analysis of variance of diallel tables. *Biometrics*, Tucson, v.10, p.235-244, 1954a.
- HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics*, Baltimore, v.39, p.789-809, 1954b.

- HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses II. *Genetics*, Baltimore, v.43, p.63-85, 1958.
- HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses III. *Genetics*, Baltimore, v.45, p.155-172, 1960.
- HAYNES, K.G. Covariances between diploid parent and tetraploid offspring in tetraploid x diploid crosses of *Solanum tuberosum* L. *The journal of Heredity*, Baltimore, v.81, n.3, p.208-210, 1990.
- HAYNES, K.G. Covariances between haploid-species hybrid and *tuberosum* x haploid-species hybrid in 4X-2X crosses of *Solanum tuberosum* L. *The Journal of Heredity*, Baltimore, v.83, n.2, p.119-122, 1992a.
- HAYNES, K.G. Some aspects of inbreeding in derived tetraploids of potatoes. *The Journal of Heredity*, Baltimore, v.81, n.1, p.67-70, 1992b.
- HAYNES, K.G. Some aspects of inbreeding in haploids of tetraploid *Solanum tuberosum* L. *American Potato Journal*, Orono, v.70, p.339-344, 1993a.
- HAYNES, K.G. Statistics in potato breeding program. *Biometrics Bulletin*, Washington, v.10, n.2, p.25-26, 1993b.
- HAYNES, K.G.; HAYNES, F.L. Selection for tuber characters can maintain high specific gravity in a diploid potato breeding population. *HortScience*, Alexandria, v.25, n.2, p.227-228, 1990.
- HAYNES, K.G.; HAYNES, F.L. Stability of high specific gravity genotypes of potatoes under high temperatures. *American Potato Journal*, Orono, v.60, n.1, p.17-26, 1983.
- HAYNES, K.G.; HAYNES, F.L. The stability of high specific gravity genotypes of potatoes under high temperatures. *American Potato Journal*, Orono, v.58, n.10, 503-508, 1981.
- HAYNES, K.G.; HAYNES, F.L. & HENDERSON, W.R.. Heritability of specific gravity of diploid potato under high temperature growing conditions. *Crop Science*, Madison, v.29, p.622-625, 1989.
- HAYNES, K.G.; WEBB, R.E.; GOTH, R.W.; WILSON, D.R. The correlation of yield and specific gravity in the USDA potato breeding program. *American Potato Journal*, Orono, v.66, p.587-592, 1989.
- HAYNES, K.G.; WILSON, D.R. Correlation of yield and specific gravity in a tetraploid potato tuberling population. *American Potato Journal*, Orono, v.68, p.355-362, 1991.
- HAZEL, L.N. The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics*, Baltimore, v.28, p.476-490, 1943.

- HAZEL, L.N.; LUSH, J.L. The efficiency of three methods of selection. *The Journal of Heredity*, Baltimore, v.33, p.393-399, 1942.
- HEIDHUES, T. Relative accuracy of selection indices based on estimated genotypic and phenotypic parameters. *Biometrics*, Madison, v.17, p.502-503, 1961.
- HILALI, A.; LAUER, F.I.; VEILLEUX, R.E. Reciprocal differences between hybrids of *Solanum tuberosum* groups tuberosum (Haploid) and phureja. *Euphytica*, Wageningen, v.36, p.631-639, 1987.
- HOUGHLAND, G.V.C. New conversion table for specific gravity, dry matter and starch in potatoes. *American Potato Journal*, Orono, v.43, p.138, 1966.
- HOWARD, H.W. *Genetics of the potato Solanum tuberosum*. New York: Logos press, 1970. 111p.
- IRITANI, W.M.; THORNTON, R.; WELLER, L.; O'LEARY, G. Relationships of seed, spacing, stem numbers to yield of Russet Burbanks potatoes. *American Potato Journal*, Orono, v.49, p.463-469, 1972.
- IWANAGA, M.; SCHMIEDICHE, P. *Uso de especies silvestres para mejorar los cultivares de papa*. Lima: CIP Circular, v.17, n.2, p.1-7, 1989.
- JASWAL, A.S. Texture of french fried potato: Chemical composition of non-starch polysaccharides. *American Potato Journal*, Orono, v.66, p.835-841, 1989.
- JASWAL, A.S. Texture of french fried potato: Quantitative determinations of non-starch polysaccharides. *American Potato Journal*, Orono, v.68, p.171-177, 1991.
- JINKS, J.L. The analysis of continuous variation in a diallel cross of *Nicotiana rustica* varieties. *Genetics*, Baltimore, v.39, p.767-788, 1954.
- JINKS, J.L. The F_2 and backcross generations from a set of diallel crosses. *Heredity*, Essex, v.10, p.1-30, 1956.
- JINKS, J.L.; HAYMAN, B.I. The analysis of diallel crosses. *Newsletter. Maize Genetics Cooperative*, Urbana, v.27, p.48-54, 1953.
- JOHANSEN, R.H.; MILLER, J.C.; NEWSOM, D.W. & FONTENOT, J.F. The influence of environment on the specific gravity, plant maturity and vigor of potato progenies. *American Potato Journal*, Orono, v.44, p.107-122, 1967.

- JONES, R.M. Analysis of variance of the half diallel table. *Heredity, Essex*, v.20, p.117-121, 1965.
- KAUFFMANN, K.D.; DUDLEY, J.W. Selection indices corn grain yield, percent protein, and kernal weight. *Crop Science, Madison*, v.19, p.583-588, 1979.
- KEHR, W.R. General and specific combining ability for four agronomic traits in a diallel series among six alfafa clones. *Crop Science, Madison*, v.1, p.53-55, 1961.
- KEMPTHORNE, O. The theoretical values of correlations between relatives in random mating populations. *Genetics, Baltimore*, v.40, p.153-167, 1955.
- KEMPTHORNE, O.; CURNOW, R.N. The partial diallel cross. *Biometrics, Tucson*, v.17, p.229-250, 1961.
- KILLICK, R.J. Genetic analysis of several traits in potatoes by means of a diallell cross. *Annals of Applied Biology, London*, v.86, p.279-89, 1977.
- LANDEO, J.A.; HANNEMAN, R.E. Jr. Heterosis and combining ability of *Solanum tuberosum* Group *Andigena* haploids. *Potato Research, Wageningen*, v.25, p.227-237, 1982.
- LEVINGS III, C.S.; DUDLEY, J.W. Evaluation of certain mating designs for estimation of genetic variance in autotetraploid alfafa. *Crop Science, Madison*, v.3., n.6., p.532-535, 1963.
- LEVY, D. Cultivated *Solanum tuberosum* L. as a source for the selection of cultivars adapted to hot climates. *Tropical Agriculture, London*, v.61, n.3, p.167-170, 1984.
- LI, P.H. *Potato Physiology*. Orlando: Academic Press, 1985. 586p.
- LIN, C.Y. Index selection for genetic improvement of quantitative characters. *Theoretical and Applied Genetics, Viena*, v.52, p.49-56, 1978.
- LOISELLE, F.; TAI, G.C.C. & CHRISTIE, B.R. Genetic components of chip color evaluated after harvest, cold storage and reconditioning. *American Potato Journal, Orono*, v.67, p.633-646, 1990.
- LOPES, C.A.; HIDALGO, O.A. & BUSO, J.A.. Melhoramento genético para resistência à murcha bacteriana, causada por *Pseudomonas solanacearum*, no Brasil. In: HIDALGO, O.A.; RINCÓN, H.R. (eds). *Avances en el mejoramiento genetico de la papa en los países del cono sur*. Lima: CIP, 1990. p.173-177.

- LOPEZ, D.F.; BOE, A.A.; JOHANSEN, R.H.; JANSKY, S.H. Genotype x environment interactions, correlations and combining ability for six traits in potato. *American Potato Journal*, Orono, v.64, n.8, p.447, 1987. (abst.).
- LOUWES, K.M.; NEELE, A.E.F. Selection for chip quality and specific gravity of potato clones: possibilities for early generation selection. *Potato Research*, Wageningen, v.30, p.241-251, 1987.
- LOVE, S.L.; PAVEK, J.J. Relationship of clonal mean to the uniformity and stability of tuber specific gravity in potatoes. *American Potato Journal*, Orono, v.68, p.543-550, 1991.
- LYNCH, D.R.; KOZUB, G.C. The association between potato tuber yield and the components of yield in irrigated and dryland environments in the prairies. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v.71, p.279-287, 1991.
- MACKAY, G.R. Selecting and breeding for better potato cultivars. In: ABBOTT, A.J. & ATKIN, R.K. (eds.). *Improving vegetatively propagated crops*. New York: Academic Press, 1987. p.181-196.
- MADRY, W.; UBYSZ-BORUCKA, L. The investigation of combining ability of potato based on the success fraction of progeny in incomplete diallel crosses. *Potato Research*, Wageningen, v.26, p.247-259, 1983.
- MALCOLMSON, J.F.; KILLICK, R.J. The breeding values of potato parents for field resistance to late blight measured by whole seedlings. *Euphytica*, Wageningen, v.29, p.489-495, 1980.
- MARINUS, J.; BODLAENDER, K.B.A. Response of some potato varieties to temperature. *Potato Research*, Wageningen, v.18, p.189-204, 1975.
- MARIS, B. Analysis of an incomplete diallel cross among three ssp. *tuberosum* varieties and seven long-day adapted ssp. *andigena* clones of the potato (*Solanum tuberosum* L.). *Euphytica*, Wageningen, v.41, p.163-182, 1989.
- 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, v.46, p.15-33, 1990.
- MARIS, B. Correlations within and between characters and generations as a measure for the early generation selection in potato breeding. *Euphytica*, Wageningen, v.37, p.205-224, 1988.

- MARIS, B. Studies on maturity, yield, under water weight and some other characters of potato progenies. *Euphytica*, Wageningen, v.18, p.297-319, 1969.
- MARIS, B. The effect of seed tuber weight on characters in the first and second clonal generations of potato populations. *Euphytica*, Wageningen, v.35, p.465-482, 1986.
- MARTINS, P.R. Capacidade de combinação de cultivares de batata para reação à pinta-preta e outros caracteres agronômicos. Lavras: UFLA, 1995. 64p. (Tese-Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- MARTINS, P.R.; PINTO, C.A.B.P. Indução de florescimento e pegamento de frutos em polinizações controladas em batata. *Ciência e Prática*, Lavras, v.18, n.4, p.370-377, 1994.
- MARTINS FILHO, S.; CRUZ, C.D.; SEDIYAMA, C.S. Analysis of unbalanced diallel crosses. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, v.15, n.4, p.853-869, 1992.
- MCHALE, N.A.; LAUER, F.I. Breeding value of 2n pollen diploid from hybrids and phureja in 4X-2X crosses in potatoes. *American Potato Journal*, Orono, v.58, p.365-374, 1981.
- MELO, P.C.; BUSO, J.A. Avaliação agronômica de cinco cultivares de batata indicadas para processamento, no distrito federal. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.9, n.1, p.47, 1991. (resumo).
- MENDIBURU, A.O.; PELOQUIN, S.J. Bilateral sexual polyploidization in potatoes. *Euphytica*, Wageningen, v.26, p.573-583, 1977.
- MENDOZA, H.A. Preliminary results on yield and uniformity of potatoes grown from true seed. In: *PLANNING CONFERENCE OF THE PRODUCTION OF POTATOES FROM TRUE SEED*, Manila, 1979. Report ... Manila: International Potato Center, 1979. p.156-172.
- MENDOZA, H.A.; HAYNES, F.L. Genetic basis of heterosis for yield in the autotetraploid potato. *Theoretical and Applied Genetics*, Viena, v.45, p.21-25, 1974a.
- MENDOZA, H.A.; HAYNES, F.L. Genetic relationship among potato cultivars grown in the United States. *HortScience*, Alexandria, v.9, p.328-330, 1974b.
- MENDOZA, H.A.; HAYNES, F.L. Some aspects of breeding and inbreeding in potatoes. *American Potato Journal*, Orono, v.50, p.216-222, 1973.

- MENEZES, C.B. de; PINTO, C.A.B.P. Efeitos de temperaturas altas na produção da batata e escolha de parentais para o melhoramento visando seleção de clones tolerantes. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA ESAL/UFLA, 8, e SEMINÁRIO DE AVALIAÇÃO DO PIBIC/CNPq, 3, Lavras, 1995. Resumos... Lavras:UFLA, 1995. p.222.
- MIRANDA-FILHO, J.B.; GERALDI, I.O. An adapted model for the analysis of partial diallel crosses. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, v.3, p.677-688, 1984.
- MODE, C.J. & ROBINSON, H.F. Pleiotropism and the genetic variance and covariance. *Biometrics*, Tucson, v.15, n.4, p.518-537, 1959.
- MOMENTE, V.G. Comparação entre diferentes tipos de famílias clonais para o melhoramento genético da batata (*Solanum tuberosum* L.). Lavras: ESAL, 1994. 83p. (Tese-Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- MONTGOMERY, D.C.; PECK, E.A. Introduction to linear regression analysis. New York: John Wiley, 1981. 504p.
- MONTI, L.M.; FRUSCIANTE, L.; GRANDILLO, S. Técnicas avanzadas aplicadas al mejoramiento genético de la papa. *Agro Sur*, Valdivia, v.18, n.1, p.36-46, 1990.
- MORAIS, O.M. Seleção de clones híbridos de dihaplóides de *Solanum tuberosum* L. x *Solanum chacoense* Bitt para produção, peso específico dos tubérculos e alta frequência de pólen 2n. Lavras: ESAL, 1994. 70p. (Tese-Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)
- MORAIS, A.R.; OLIVEIRA, A.C.; GAMA, E.E.G.; SOUZA JUNIOR, C.L. A method for combined analysis of the diallel crosses repeated in several environments. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.26, p.371-381, 1991.
- MULAMBA, N.N.; MOCK, J.J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. *Egyptian Journal of Genetics and Cytology*, Alexandria, v.7, p.40-51, 1978.
- MUÑOZ, F.J.; PLAISTED, R.L. Yield and combining abilities in *andigena* potatoes after six cycles of recurrent phenotypic selection for adaptation to long day conditions. *American Potato Journal*, Orono, v.58, p.469-479, 1981.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.15, p.473-497, 1962.

- NEELE, A.E.F. Study on the inheritance of potato tuber yield by means of harvest index components and its consequences for choice of parental material. *Euphytica*, Wageningen, v.48, p.159-166, 1990.
- NEELE, A.E.F.; NAB, H.J. & LOUWES, K.M. Identification of superior parents in a potato breeding programme. *Theoretical and Applied Genetics*, Viena, v.82, p.264-272, 1991.
- OJALA, J.C.; STARK, J.C. & KLEINKOPF, G.E. Influence of irrigation and nitrogen management on potato yield and quality. *American Potato Journal*, Orono, v.67, n.1, p.29-43, 1990.
- OLIVEIRA, M.N. Mecanismos de produção de pólen não reduzidos em híbridos de dihaplóides de *Solanum tuberosum* x *Solanum chacoense* Bitt. Lavras: ESAL, 1994. 66p. (Tese-Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- OLIVEIRA, A.C.; MORAIS, A.R.; SOUZA JUNIOR, C.L.; GAMA, E.E.G. Análise de cruzamentos dialélicos parciais repetidos em vários ambientes. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, v.10, n.3, p.517-533, 1987.
- ORTIZ, R.; HUAMAN, Z. Inheritance of morphological and tuber characteristics. In: BRADSHAW, J.E.; MACKAY, G.R. (Eds.). *Potato genetics*. Wallingford: CAB INTERNATIONAL, 1994. p.263-283.
- ORTIZ, R.; IWANAGA, M.; MENDOZA, H.A. Combining ability and parental effects in 4X-2X crosses for potato breeding. *Potato Research*, Wageningen, v.31, p.643-650, 1988.
- ORTIZ, R.; MARTIN, C.; IWANAGA, M.; TORRES, H. Inheritance of early blight resistance in diploid potatoes. *Euphytica*, Wageningen, v.71, p.15-19, 1993.
- PELOQUIN, S.J. Breeding methods for achieving phenotypic uniformity. In: PLANNING CONFERENCE OF THE PRODUCTION OF POTATOES FROM TRUE SEED, Manila, 1979. Report ... Manila: International Potato Center, 1979. p.151-155.
- PEREIRA, A.S.; BUSO, J.A.; LOPES, C.A. & MELO, P.E. Avaliação de características industriais de quatro cultivares de batata. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.8, n.1, p.60, 1990. (resumo).
- PESEK, J.; BAKER, R.J. Comparison of tandem and index selection in the modified pedigree method of breeding self-pollinated species. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v.49, p.773-779, 1969a.

- PESEK, J.; BAKER, R.J. Desired improvement in relation to selected indices. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v.49, p.803-804, 1969b.
- PIKA, M.A.; BOIKO, K.D. Genetic differentiation of potato cultivars for economically important characters. *Kartoplyarstvo*, n.21, p.3-7, 1990. In: *PLANT BREEDING ABSTRACT*, Wallingford, v.61, n.7, p. 808, 1991. (Abst. 6332).
- PINTO, L.R.M. Correlações entre vários caracteres agronômicos em batateira (*Solanum tuberosum* L.). Viçosa:UFV, 1979. 34p.
- PINTO, C.A.B.P.; OLIVEIRA, A.F.; PINTO, J.E.B.P.; BARBOSA, M.H.P.; PÁDUA, J.G. Produtividade de clones de batata (*Solanum tuberosum* L.) na região sul de Minas Gerais. *Ciência e Prática*, Lavras, v.18, n.2, p.158-164, 1994.
- PINTO, C.A.B.P.; VALVERDE, I.R.V.; ROSSI, M.S. Eficiência da seleção nas primeiras gerações clonais em batata (*Solanum tuberosum* L. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.29, n.5, p.771-778, 1994.
- PLAISTED, R.L.; PETERSON, L.C. Two cycles of phenotypic recurrent selection for high specific gravity. *American Potato Journal*, Orono, v.40, p.396-402, 1963.
- 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, v.39, p.185-197, 1962.
- PLAISTED, R.L.; THURSTON, H.D.; BRODIE, B.B.; HOOPES, R.W. Selecting for resistance to diseases in early generations. *American Potato Journal*, Orono, v.61, p.395-404, 1984.
- POPP, P.R. A industrialização de batatas no Brasil. In: *ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE BATATA*, 7. Anais... Araucária, 1994. p.60-61.
- PRANGE, R.K; McRAE, K.B.; MIDMORE, D.J.; DENG, R.. Reduction in potato growth at high temperature: role of photosynthesis and dark respiration. *American Potato Journal*, Orono, v.67, n.6, p.357-369, 1990.
- QUINN, A.A.; PELOQUIN, S.J. Use of experimental tetraploids in potato breeding. *American Potato Journal*, Orono, v.50, p.415-420, 1973.
- RAMALHO, M.A.P. Cruzamentos dialélicos. Lavras: ESAL, 1989. 66p. (Apostila do curso de Genética e Melhoramento de plantas).
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; ZIMMERMANN, M.J.O. Genética quantitativa em plantas autógamas. Goiânia: UFG, 1993. 271p.

- REIFSCHNEIDER, F.J.B.; CASTRO, C.; BRUNE, S.; LOPES, C.A.; BUSO, J.A. Avaliação da resistência de germoplasma de batata à *Alternaria solani* e à *Phytophthora infestans* no Brasil. In: HIDALGO, O.A.; RINCÓN, H.R. (eds). AVANCES EN EL MEJORAMIENTO GENETICO DE LA PAPA EN LOS PAISES DEL CONO SUR. Lima: CIP, 1990. p.169-171.
- REX, B.L. & MAZZA, G. Cause, control and detection of hollow heart in potatoes: a review. *American Potato Journal*, Orono, v.66, n.3, p.165-183, 1989.
- ROSIELLE, A.A.; EAGLES, H.A.; FREY, K.J. Application of restricted selection indexes for improvement of economic value in oats. *Crop Science*, Madison, v.17, p.359-361, 1977.
- ROSIELLE, A.A.; FREY, K.J. Application of restricted selection indexes for grain yield improvement in oats. *Crop Science*, Madison, v.15, p.544-546, 1975.
- ROSS, H. *Potato Breeding - Problems and Perspectives*. Berlin and Hamburg: Verlag Paul Parey, 1986. 132p.
- ROUSSELLE, P.; LE BERRE, J.; BOZEC, M.; RIAUX, Y.; LARRUE-AUROSSEAU, F. Estimation of some genetic parameters in potato. Consequences for selection. In: LOUWES, K.M.; TOUSSAINT, H.A.J.M.; DELLAERT, L.M.W. (eds). PARENTAL LINE BREEDING AND SELECTION IN POTATO BREEDING. PROCEEDINGS OF THE JOINT CONFERENCE OF THE EAPR BREEDING SECTION AND THE EUCARPIA POTATO SECTION, Wageningen: EAPR/EUCARPIA, 1989. p.22-25.
- ROWE, P.R. Performance and variability of diploid and tetraploid potato families. *American Potato Journal*, Orono, v.44, p.263-271, 1967.
- ROWELL, A.B.; EWING, E.E.; PLAISTED, R.L. General combining ability of neo-tuberosum for potato production from true seed. *American Potato Journal*, Orono, v.63, p.141-153, 1986.
- RUMBAUGH, M.D.; CADDEL, J.L.; ROWE, D.E. Breeding and Quantitative Genetics. In: HANSON, A.A.; BARNES, D.K.; HILL, R.R. Jr. (Eds). *Alfafa and alfafa improvement*. Madison: ASA-CSSA-SSSA, 1988. p.777-808.
- RUTTENCUTTER, G.; HAYNES, F.L. Jr.; MOLL, R.H. Estimation of narrow-sense heritability for specific gravity in diploid potatoes (*Solanum tuberosum* subsp. *phureja* and *stenotomum*). *American Potato Journal*, Orono, v.56, p.447-453, 1979.
- SALUNKHE, D.K.; DESAI, B.B. Potato and sweet potato. In: SALUNKHE, D.K.; DESAI, B.B. (eds). *Postharvest biotechnology of vegetables*. Boca Raton: CRS Press, 1984. p.83-111.

- SANFORD, L.L. Effect of random mating on yield and specific gravity in two *Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum* populations. *American Potato Journal*, Orono, v.56, p.597-607, 1979.
- SANFORD, J.C.; HANNEMAN Jr., R.E. A possible heterotic threshold in the potato and its implications for breeding. *Theoretical Applied Genetics*, Viena, v.61, p.151-159, 1982.
- SAYRE, R.N.; NONAKA, M.; WEAVER, M.L. French fry quality related to specific gravity and solids content variation among potato strips within the same tuber. *American Potato Journal*, Orono, v.52, p.73-82, 1975.
- SCHAALJE, G.B.; LYNCH, D.R.; KOZUB, G.C. Field evaluation of a modified augmented design for early stage selection involving a large number of test lines without replication. *Potato Research*, Wageningen, v.30, p.35-45, 1987.
- SCHIPPERS, P.A. The relationship between specific gravity and percentage dry matter in potato tubers. *American Potato Journal*, Orono, v.53, p.111-122, 1976.
- SIQUEIRA, O. Indexação e formação de estoque básico de batata-semente. *Revista da Sociedade Brasileira de fitopatologia*, Viçosa, v.2, n.2, p.100-113, 1968.
- SKLYAROVA, N.P.; KUKUSHKIN, N.I.; FOMINA, N.M.; FOKINA, V.N. Correlation between combining ability evaluation in potato varieties and the effectiveness of selection. *Selektsiya i Semenovodstvo*, n.1, p.18-19, 1991. In: *PLANT BREEDING ABSTRACTS*, Wallingford, v.61, n.9, p.1057, 1991. (Abst. 8221).
- SMITH, H.F. A discriminant function for plant selection. *Annals of Eugenics*, London, v.7, p.240-250, 1936.
- SOUZA Jr, C.L. de. Componentes da variância genética e suas implicações no melhoramento vegetal. Piracicaba: ESALQ, FEALQ, 1989. 134p.
- SOWOKINOS, J.R.; ORR, P.H.; KNOPER, J.A.; VARNS, J.L. Influence of potato storage and handling stress on sugars, chip quality and integrity of the starch (amyloplast) membrane. *American Potato Journal*, Orono, v.64, p.213-226, 1987.
- SPRAGUE, G.F. & TATUM, L.A. General versus specific combining ability in single crosses of corn. *Journal of the American Society of Agronomy*, Washington, v.34, n.10, p.923-932, 1942.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics. 2.ed. New York: Mcgraw-Hill, 1980. 633p.

- STOEL, M.C.K.; DEELEN, M.W.P.; NEELE, A.E.F. An analysis of the breeding value of diploid potato clones comparing 2X-2X and 4X-2X crosses. *Euphytica*, Wageningen, v.52, p.131-136, 1991.
- SUBANDI; COMPTON, W.A.; EMPIG, L.T. Comparison of the efficiencies of selection indices for three traits in two variety crosses of corn. *Crop Science*, Madison, v.13, p.184-186, 1973.
- SUSNOSCHI, M. Seed potato quality as influenced by high temperatures during the growth period. I. Effect of storage temperature on sprout growth. *Potato Research*, Wageningen, v.24, p.371-379, 1981.
- TAI, G.C.C. A method for quantitative genetic analysis of early clonal generation seedlings of an asexual crop with special application to a breeding population of the potato (*Solanum tuberosum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, Viena, v.45, p.150-156, 1974.
- TAI, G.C.C. Effectiveness of visual selection for early clonal generation seedlings of potato. *Crop Science*, Madison, v.15, p.15-18, 1975.
- TAI, G.C.C. Estimation of general and specific combining abilities in potato. *Canadian Journal of Genetics and Cytology*, Ottawa, v.18, p.463-470, 1976.
- TAI, G.C.C. Index selection with desired gains. *Crop Science*, Madison, v.17, p.182-183, 1977.
- TALLIS, G.M. A selection index for optimum genotype. *Biometrics*, Tucson, v.18, p.120, 1962.
- TARN, T.R.; TAI, G.C.C. Heterosis and variation of yield components in F_1 hybrids between group tuberosum and group andigena potatoes. *Crop Science*, Madison, v.17, p.517-521, 1977.
- TARN, T.R.; TAI, G.C.C. Heterosis in F_1 hybrids between group Andigena and group Tuberosum potatoes. *American Potato Journal*, Orono, v.50, p.337, 1973. (Abst.)
- TARN, T.R.; TAI, G.C.C. Tuberosum X Tuberosum and Tuberosum X Andigena potato hybrids: comparisons of families and parents, and breeding strategies for Andigena potatoes in long-day temperate environments. *Theoretical and Applied Genetics*, Viena, v.66, p.87-91, 1983.
- THOMPSON, P.G.; MENDOZA, H.A. Genetic variance estimates in in a heterogenous potato population propagated from true seed. *American Potato Journal*, Orono, v.61, p.697-702, 1984.

- THOMPSON, P.G.; MENDOZA, H.A. & PLAISTED, R.L.. Estimation of genetic parameters for characters related to potato propagation by true seed (TPS) in an *andigena* population. *American Potato Journal*, Orono, v.60, p.393-401, 1983.
- TORRES, G.J.; GALAN, J.M.; DIAS, E.C. Correlaciones genéticas e índices de selección en la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Agrociencia*, Chapingo, v.16, p.21-37, 1974.
- TRUE, R.H.; WORK, T.M.; BUSHWAY, R.J.; BUSHWAY, A.A. Sensory quality of french fries prepared from belrus and Russet Burbank potatoes. *American Potato Journal*, Orono, v.60, p.933-937, 1983.
- TUNG, P.X. Genetic variation for bacterial wilt resistance in population of tetraploid potato. *Euphytica*, Wageningen, v.61, p.73-80, 1992.
- VAN LOON, C.D. The effect of water stress on potato growth, development, and yield. *American Potato Journal*, Orono, v.58, n.1, p.51-69, 1981.
- VEILLEUX, R.E.; LAUER, F.I.. Breeding behavior of yield components and hollow heart in tetraploid-diploid vs. conventionally derived potato hybrids. *Euphytica*, Wageningen, v.30, p.547-561, 1981.
- VENCOVSKY, R. Alguns aspectos teóricos e aplicados relativos a cruzamentos dialélicos de variedades. Piracicaba: ESALQ, 1970. 59 p. (Tese livre docência - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- VENCOVSKY, R. Herança Quantitativa. In: PATERNIANI, E. (Coord.) Melhoramento e produção de milho no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.137-214.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Erro da estimativa de coeficiente de correlação genética. In: _____. *Genética Biométrica no Fitomelhoramento*. Ribeirão Preto: SBG, 1992. p.444-446.
- VERMA, S.C.; SHARMA, T.R.; JOSHI, K.C. Relation between specific gravity, starch and nitrogen content of potato tubers. *Potato Research*, Wageningen, v.18, p.120-122, 1975.
- VERMEER, H. Optimising potato breeding. I. The genotypic, environmental and genotype-environmental coefficients of variation for tuber yield and other traits in potato (*Solanum tuberosum* L.) under different experimental conditions. *Euphytica*, Wageningen, v.49, p.229-236, 1990.
- VIEIRA, J.V. Herdabilidade, correlações e índice de seleção em populações de cenoura (*Daucus carota* L.) Viçosa: UFV, 1988. 86p. (Tese-Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).

- WELLS, W.C.; KOFOID, K.D. Selection indices to improve an intermating population of spring wheat. *Crop Science*, Madison, v.26, p. 1104-1109, 1986.
- WRIGHT, S. Correlation and causation. *Journal of Agricultural Research*, Washington, v.20, p.557-585, 1921.
- WRIGHT, S. The theory of path coefficients - a replay to Niles' criticism. *Genetics*, Baltimore, v.8, p.239-255, 1923.
- WILLIAMS, J.S. The evaluation of a selection index. *Biometrics*, Madison, v.18, p.375-393, 1962.
- YATES, F. Analysis of data from all possible reciprocal crosses between a set of parental lines. *Heredity*, Essex, v.1, n.3, p.287-301, 1947.

ANEXOS

ANEXO A

Expressão derivada por Ferreira (1995)¹ para estimar o "erro efetivo" após a análise intrablocos empregando-se o modelo para o delineamento em blocos aumentados (Federer, 1956).

$$QM \text{ Erro efetivo} = \left[1 + \frac{1}{r+c-1} + \frac{r}{c(r+c-1)} + \frac{(r-2n) \sum_{k=1}^b n_k^2}{cn^2 (r+c-1)} + \frac{b \sum_{k=1}^b n_k^2}{n^2 (r+c-1)} \right] \cdot QM \text{ Erro Intra}$$

onde,

r : número total de tratamentos regulares;

c : número total de tratamentos comuns;

n : número total de parcelas;

b : número de blocos do experimento;

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

¹ Não publicado. Prof. Dr. Daniel Furtado Ferreira, Dep^{to} de Ciências Exatas da Universidade Federal de Lavras-UFLA, C.P. 37, CEP:37.200-000, Lavras-MG.

ANEXO B

TABELA 1B. Matriz de variâncias e covariâncias fenotípicas. Lavras-MG, 1995.

	(1) Aparência geral de tubérculos	(2) densidade relativa tubérculos $\times 10^{-4}$	(3) produção total de tubérculos/ planta (g)	(4) % da produção total de tub. graúdos
(1)	0,0989	0,0073	19,9053	1,6757
(2)		0,8854	386,1250	53,1456
(3)			55948,9219	3338,2231
(4)				720,1227

TABELA 2B. Matriz de variâncias e covariâncias genotípicas. Lavras-MG, 1995.

	(1) Aparência geral de tubérculos	(2) densidade relativa tubérculos $\times 10^{-4}$	(3) produção total de tubérculos/ planta (g)	(4) % da produção total de tub. graúdos
(1)	0,0411	0,0645	15,6989	1,1458
(2)		0,3465	16,3091	-0,1751
(3)			41018,5897	1845,4803
(4)				392,8016

ANEXO C

TABELA 1C. Estimativas do desvio padrão genético (Dp), recíproca do desvio padrão genético (1/Dp) e relação entre o coeficiente de variação genético e experimental (CVg/CVe). Lavras-MG, 1995.

Estimativas	Aparência geral de tubérculos notas (1 a 9)	Densidade de tubérculos $\times 10^{-4}$	Produção total de tubérculos/planta (g)	Porcentagem da produção total/planta de tubérculos grandes (diâmetro > 45mm)
Desvio padrão genético (Dp)	0,2024	0,5873	202,5296	19,8191
Recíproca do Dp (1/Dp)	4,9386	1,7025	0,0049	0,0504
Relação CVg/CVe	0,843	0,800	1,658	1,095