

**SELEÇÃO RECORRENTE EM BATATA  
VISANDO TOLERÂNCIA AO CALOR**

**FLÁVIO RODRIGO GANDOLFI BENITES**

**2007**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**FLÁVIO RODRIGO GANDOLFI BENITES**

**SELEÇÃO RECORRENTE EM BATATA VISANDO  
TOLERÂNCIA AO CALOR**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do título de “Doutor”.

Orientador:

Prof. PhD. César Augusto Brasil Pereira Pinto

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL

2007

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

Benites, Flávio Rodrigo Gandolfi

Seleção recorrente em batata visando tolerância ao calor / Flávio  
Rodrigo Gandolfi Benites. -- Lavras : UFLA, 2007.

90 p. : il.

Orientador: César Augusto Brasil Pereira Pinto.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Batata - Melhoramento genético 2. Seleção recorrente. 3. Tolerância  
ao calor. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.213

**FLÁVIO RODRIGO GANDOLFI BENITES**

**SELEÇÃO RECORRENTE EM BATATA VISANDO  
TOLERÂNCIA AO CALOR**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 18 de junho de 2007

Prof. Dr. Magno Antonio Patto Ramanho	UFLA
Prof. Dr. João Cândido de Souza	UFLA
Prof. Dr. Márcio Henrique Pereira Barbosa	UFV
Dr. Cícero Beserra de Menezes	SAKATA SEEDS

Prof. PhD. César Augusto Brasil Pereira Pinto

UFLA

(Orientador)

LAVRAS

MINAS GERAIS – BRASIL

2007

## **OFEREÇO**

A DEUS E AOS MEUS MENTORES PELA AJUDA, COMPANHIA,  
INSPIRAÇÃO E PROTEÇÃO.

## **DEDICO**

A MEUS AMADOS PAIS, MIGUEL E MARIA HELENA, PELA VIDA E  
PELA AJUDA PRESTADA À MINHA FORMAÇÃO ACADÊMICA E  
MORAL, MEU ETERNO AGRADECIMENTO.

A MEU AVÓ ALCIDES E A MINHA AVÔ INÊS (*in memorian*)

À MINHA IRMÃ MORISA E AO MEU IRMÃO FÁBIO.

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, a meus mentores espirituais, ao grupo do Padre José Antônio, pela força, ajuda e companhia durante mais essa caminhada.

Ao meu pai e a minha mãe pelo suporte financeiro e confiança durante todos os meus anos de estudo.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Biologia.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de Doutorado.

Ao professor César Brasil pelos ensinamentos, amizade, confiança e orientação durante o doutorado.

Aos professores Magno, João Cândido, Marcio e ao Dr. Cícero pelas sugestões apresentadas na Tese

Ao Amigo Raimundo pela ajuda nos experimentos e grande amizade.

Aos professores e funcionários do curso de Genética e Melhoramento de Plantas.

À amizade construída dentro da “batata” durante o doutorado.

Ao amigo Alexsander (“rodela”) pela ajuda, amizade, convivência durante o doutorado.

Aos amigos e colegas do curso de Genética e Melhoramento de Plantas, dos churrascos e festas.

## SUMARIO

	<b>Página</b>
RESUMO.....	i
ABSTRACT .....	iii
1 INTRODUÇÃO GERAL .....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	03
2.1 Domesticação da batata e sua introdução no Brasil.....	03
2.2 Influência da temperatura no desenvolvimento da batata.....	05
2.3 Influência do fotoperíodo e ciclo vegetativo na cultura da batata .....	08
2.4 Melhoramento da batata.....	09
2.5 Melhoramento para resistência ao calor.....	10
2.5.1 Importância.....	10
2.5.2 Aspectos Gerais do Melhoramento para tolerância ao calor.....	11
2.5.3 Estratégias utilizadas visando a seleção de clones tolerantes ao calor para as condições brasileiras.....	11
2.6 Melhoramento para duração do ciclo vegetativo da cultura.....	14
2.6.1 Importância do melhoramento.....	14
2.6.2 Aspectos importantes no melhoramento da duração do ciclo vegetativo .....	15
2.6.3 Estratégias utilizadas no melhoramento da duração do ciclo vegetativo.....	14
2.7 Seleção recorrente em batata.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1 Material Experimental.....	21
3.1.1 Obtenção das Populações SR0 e SR1.....	21
3.1.2 Método Experimental do ciclo SR1.....	23



3.1.2.1 Avaliação dos clones (geração C2, C3 e C4) .....	23
3.1.2.2 Características avaliadas.....	25
3.1.2.3 Métodos Estatísticos.....	26
3.1.2.4 Análise de Variância do ensaio da safra de inverno (geração C2).....	26
3.1.2.5 Análise de Variância do ensaio na safra de verão (geração C3).....	26
3.1.2.6 Análise de variância conjunta.....	27
3.1.2.7 Análise de Variância do ensaio na safra de verão (geração C4)....	28
3.1.2.8. Estimativas de Parâmetros Genéticos.....	28
3.1.2.9 Ganhos esperados com a seleção.....	29
3.2.1 Obtenção das Populações SR 2.....	30
3.2.2 Método Experimental do ciclo SR2.....	33
3.2.3 Avaliação dos clones (geração C2).....	33
3.2.4 Características avaliadas.....	35
3.2.5 Métodos Estatísticos.....	35
3.2.6 Análise de Variância do ensaio na safra de verão (geração C2).....	35
3.2.7. Estimativas de Parâmetros Genéticos.....	36
3.2.8 Ganhos esperados com a seleção.....	37
3.3 Avaliação na safra de inverno dos clones genitores do ciclo SR0, os clones SR0, SR1 e SR2.....	38
3.3.1 Características avaliadas.....	38
3.3.2 Métodos Estatísticos.....	39
3.3.3 Análise de Variância do ensaio de inverno dos clones genitores do SR0, os clones SR0, SR1 e SR2.....	39
3.3.4 Ganho com a seleção entre os ciclos.....	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1 Seleção de <i>seedlings</i> e da geração clonal 1 do ciclo 1 (SR1).....	41
4.2 Ensaio da Safra de Inverno (geração C2).....	42

4.3 Ensaio da safra de verão (geração C-3).....	48
4.4 Análise de variância conjunta das safras e seleção de clones.....	52
4.5 Avaliação experimento Carrancas Verão 2004.....	61
4.6 Seleção de seedlings e da geração clonal 1 do ciclo SR2.....	64
4.7 Ensaio da safra de verão da geração clonal 2 do ciclo SR2.....	68
4.8 Ganho realizado na no ciclo SR2.....	72
4.9 Ensaio de inverno dos clones que formaram a geração SR0, clones. SR0, clones SR1 e clones SR2.....	74
4.10 Ganho de seleção realizado entre os ciclos SR0, SR1 e SR2.....	79
5 CONCLUSÕES.....	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83

## RESUMO

BENITES, Flávio Rodrigo Gandolfi. **Seleção recorrente em batata visando tolerância ao calor**. LAVRAS: UFLA, 2007. 90 p. (Tese - Doutorado em Agronomia/Genética e Melhoramento de Plantas) \*.

As cultivares de batata plantadas no Brasil são praticamente todas de origem européia. Essas cultivares não estão adaptadas às condições tropicais de nosso país, fato esse que resulta em menor produtividade. Com isso, o objetivo deste trabalho é estudar a eficiência da seleção recorrente no desenvolvimento de clones adaptados as condições tropicais. A população base (SR0) trabalhada neste estudo foi constituída de 13 clones mais 2 cultivares. A população do ciclo 1 (SR1) foi constituída pelo intercruzamentos dos 13 clones e das duas cultivares no outono de 2001, gerando 16 famílias, das quais foram selecionados os clones do ciclo 1 (SR1); e a população do ciclo 2 (SR2) foi gerada pelo intercruzamento de 31 clones SR1, 5 clones ESL e a cultivar Atlantic, incluindo-se também 15 famílias SR1 de polinização aberta, no verão de 2004, gerando 197 famílias das quais foram selecionados os clones do ciclo 2 (SR2). Os clones da população SR1 foram selecionados em casa de vegetação na geração seedling, no outono de 2002 e posteriormente multiplicados e selecionados visualmente em campo na geração clonal 1 (C1) no final de 2002. A geração C2 foi avaliada no inverno de 2004, em experimento montado em lattice com três repetições. As gerações C3 e C4 foram avaliadas em blocos casualizados com três repetições cada, no verão de 2004 e primavera 2005, respectivamente. Os clones SR2 foram avaliados na geração seedlings em casa-de-vegetação, no outono de 2004; a geração C1 foi multiplicada e selecionada visualmente em campo no final de 2004 e a geração C2, avaliada em experimento em blocos casualizados com duas repetições no verão de 2005. Foram também avaliados, em um único experimento na safra de inverno de 2006, os clones genitores da população SR0 e os clones SR0, SR1 e SR2, para verificar se houve ganho com a seleção em condições ideais da cultura. Após a avaliação dos experimentos com relação as características estudadas, foi estimado o ganho de seleção realizado entre os ciclos de seleção SR0, SR1 e SR2. Houve ganho genético em relação aos ciclos SR0 e SR1 para todas as características avaliadas. Produção por planta, 3,1 %; porcentagem de tubérculos graúdos, 5,8 %; peso médio de tubérculos, 9,06 %; porcentagem de tubérculos graúdos embonecados, redução de 37,69 %; porcentagem de tubérculois graúdos rachados, redução de 55,38 %; peso específico de tubérculos, 0,56 % e aparência de tubérculos 28 %. Houve ganho também entre os ciclos SR1 e SR2, com exceção de porcentagem de tubérculos embonecados e aparência de tubérculos. Os ganhos foram: produção, 24,03 %; porcentagem de tubérculos graúdos, 10,50 %; peso médio de tubérculos, 10,96

%; porcentagem de tubérculos rachados, redução de 100 % e peso específico, 0,55 %. Em relação ao experimento no inverno de 2006, que envolveu os clones genitores do ciclo SR0, os clones SR0, SR1 e SR2 não apresentaram diferença entre os ciclo.

---

\* Orientador-César Augusto Brasil Pereira Pinto

## ABSTRACT

BENITES, Flávio Rodrigo Gandolfi. **Recurrent selection in potato for heat tolerance.** LAVRAS: UFLA, 2007. 90 p. (Thesis – Doctorate in Agronomy/Genetics and Plant Breeding)\*

All potato cultivars most planted in Brazil come from temperate countries. They are not adapted to the tropical conditions and this results in poorer tuber yields. The objective of this research was to study how recurrent selection can contribute to the development of more adapted potato clones to the tropical climate. The base population (SR0) used in this study was made from thirteen clones and two cultivars. The cycle one population (SR1) was formed from the interbreeding of thirteen clones and two cultivars in the fall season of 2001, generating 16 families from which SR1 clones were selected. The cycle two population (SR2) was obtained from biparental crossings between 31 SR1 clones, 15 open pollinated SR1 clones, 5 ESL clones and the cultivar Atlantic in the summer of 2004. 197 families were produced from which SR2 clones were selected. The SR1 clones were selected at the seedling stage under green house conditions in the fall of 2002 and then selected again in the field at the first clonal generation (C1) at the end of 2002. The second clonal generation (C2) was evaluated in the winter of 2004, in an experiment in triple lattice. The C3 and C4 generations were evaluated in randomized complete blocks with three replications during the summer of 2004 and spring of 2005, respectively. The SR2 clones were evaluated at the seedling generation under green house conditions in the fall of 2004. The C1 generation was visually evaluated in the field at the end of 2004 and the C2 generation was evaluated in randomized complete blocks with two replications in the summer of 2005. An experiment was set up to evaluate all clones from the SR0, SR1 and SR2 cycles during the winter season of 2006. After all evaluations the realized genetic gains were estimated between SR0, SR1 and SR2 for all traits. Genetic gains were obtained for all traits between SR0 and SR1: tuber yield 3.1%, percentage of large tubers 5.8%, tuber average weight 9.1%, percentage of second growth tubers reduction of 37.7%, percentage of tuber cracking reduction of 55.4%, tuber specific gravity 0.56% and tuber appearance 28.0%. Genetic gains were also observed between SR1 and SR2 populations, except for percentage of second growth tubers and tuber appearance. The gains were 24.0% for tuber yield, 10.5% for percentage of large tubers, 11.0% for percentage of average tuber weight, 100%

for reduction in tuber cracking and 0.55% for tuber specific gravity. Concerning the winter season experiment there were no significant differences between the selection cycles for all traits.

---

\*Guidance: César Augusto Brasil Pereira Pinto



## 1 INTRODUÇÃO

O centro de origem da batata está localizado na região andina que possui elevada altitude, temperaturas amenas e fotoperíodo curto (12-13 h). Após a sua introdução, na Europa, no final do século XVI, a batata (*Solanum andigena*) passou por um período de domesticação inconsciente de aproximadamente 200 anos, adaptando-se as condições temperadas, com temperaturas mais amenas e fotoperíodo mais longo (16-18 h) Essa domesticação de *S. andigena* às condições temperadas resultou na espécie cultivada *S. tuberosum* L.

Após domesticação na Europa, a batata foi reintroduzida na América do Sul, mas não com a importância alimentar que tinha na Europa, com exceção de algumas regiões dos Andes. A batata aumentou em importância econômica no Brasil por volta de 1950, e até hoje existem pouquíssimas cultivares adaptadas às nossas condições tropicais. Por ter sido domesticada em condições temperadas e a quase totalidade das cultivares plantadas em nossas condições ser de origem européia e americana, a bataticultura brasileira encontra problemas no cultivo da batata, devido a não adaptação as condições de clima quente e fotoperíodo curto, fatores responsáveis pela redução na produção e na qualidade fisiológica e sanitária dos tubérculos.

Devido a esses fatores o custo de produção da cultura é maior quando comparado ao cultivo nas condições européias. A temperatura elevada é um dos principais fatores que dificulta o cultivo da batata em condições brasileiras. A tolerância ao calor é um caracter controlado por vários genes; com isso, os programas de melhoramento encontram dificuldades em selecionar plantas tolerantes ao calor. A seleção recorrente é um método de melhoramento que aumenta a frequência dos alelos favoráveis na população, por meio da seleção de genótipos superiores em relação à população base e da posterior recombinação



dos melhores genótipos para formar o próximo ciclo seletivo. Desta forma a seleção recorrente é indicada para aumentar a frequência dos alelos de um carácter quantitativo. Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi verificar o ganho genético em dois ciclos de seleção recorrente visando a seleção de clones tolerantes ao calor nas condições do Sul de Minas Gerais.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Domesticação da batata e sua introdução no Brasil

O gênero *Solanum* tem seu centro de origem nos Andes, compreendendo Peru e Bolívia até as regiões baixas do Sul do Chile. A domesticação da batata iniciou-se na Europa no século XVI. Aparentemente houve duas introduções, a primeira na Espanha, em 1570, e a segunda na Inglaterra, em 1590 (Hawkes, 1990).

A batata introduzida na Europa foi a *S. tuberosum* ssp *andigena* (espécie surgida da hibridação natural da *S. stenotomum* -2X, com a *S. sparsifilium* – 2X e com subsequente duplicação cromossômica) que era adaptada a produzir tubérculos sob condições de dias curtos de 12 horas nas condições andinas, e não sob dias longos de 16 a 18 horas, que ocorriam na Europa (Hawkes, 1993).

Com o passar dos séculos a batata foi sendo selecionada de forma incosciente para tuberização em condições de dias longos sendo esta adaptação completada no final do século XVIII, permitindo que seu cultivo fosse difundido para vários países da Europa (Hawkes, 1990). Essa batata adaptada as condições européias de dias longos foi classificada como *Solanum tuberosum* ssp *tuberosum* (4X) ou *S. tuberosum* L.

Desde sua introdução na Europa até a sua domesticação, a batata passou de uma espécie cultivada em jardins a uma das quatro espécies mais cultivadas no mundo, ao lado do milho, trigo e arroz. A aceitação pelos europeus foi tão grande que ocorreram catástrofes devido à falta de batata na alimentação humana, haja visto o ocorrido na Irlanda, em 1845, onde o agente causador da requeima, *Phytophthora infestans*, dizimou campos de cultivo de batata, causando a morte de um milhão de pessoas por inanição e a imigração de outras

dois milhões. Até hoje a batata é a principal fonte de alimentação de alguns países europeus.

A batata domesticada em condições europeias (fotoperíodo longo e temperaturas amenas), foi disseminada para o mundo, passando a ser cultivada em regiões tropicais onde o fotoperíodo é curto e as temperaturas são elevadas, sofrendo, desta maneira, estresse abióticos e bióticos sob as condições climáticas mais adversas encontradas nestas regiões.

Da Europa, a batata foi levada à América do Norte, África do Sul e Austrália no início do século XVIII (Hawkes, 1994; Harris, 1978). A batata foi introduzida no Brasil no final do século XIX (Fedalto, 1982).

A partir de 1950, a cultura da batata passou a ter maior importância nos países de clima tropical e em regiões de latitude mais baixas (Hijmans, 2001). Nestes ambientes, a batata não encontra condições ideais para o bom desenvolvimento, pois frequentemente ocorrem temperaturas altas e déficit hídrico. Deste modo, o melhoramento genético para adaptação e tolerância ao calor tornou-se extremamente importante para que a produção fosse viável nessas áreas (Simmonds, 1971). Programas com este objetivo específico são recentes e em pequeno número em todo o mundo (Levy, 1984).

A maioria das cultivares atualmente plantadas no Brasil foi desenvolvida para condições de climas temperados; porém, quando submetidas às condições tropicais brasileiras, apresentam produtividades e qualidades culinárias abaixo do seu potencial genético. A produtividade nacional foi de 21,8 ton/ha em 2005, enquanto países como Holanda, Reino Unido, Alemanha e Estados Unidos, atingiram produtividades de 42, 45, 40 e 44 ton/ha, respectivamente (FAO, 2005). Devido aos aspectos levantados anteriormente em relação às cultivares, é necessária a obtenção de cultivares adaptadas às condições tropicais brasileiras.

## **2.2 Influência da temperatura no desenvolvimento da batata**

O cultivo da batata em condições brasileiras ocorre em épocas distintas em relação à região de cultivo. Em relação às regiões brasileiras produtoras de batata, o cultivo ocorre em regiões temperadas e tropicais de altitude (Wrege et al., 2004). Parte do estado de São Paulo e todo estado de Minas Gerais enquadram-se na região tropical de altitude, onde o cultivo pode ocorrer em três safras distintas: safra das águas, seca e inverno (Carvalho Dias, 1993). Normalmente as safras das águas e secas são cultivadas em regiões de altas altitudes, na tentativa de minimizar os efeitos adversos causados pelas altas temperaturas, uma vez que temperaturas em torno de 25<sup>0</sup>C ocorrem com frequência, resultando em produtividades bem inferiores às da época de inverno.

Em decorrência das elevadas temperaturas nas regiões tropicais, ocorre acentuada queda de produtividade e qualidade de tubérculos. A temperatura média para a cultura da batata está entre 10 e 20<sup>0</sup>C (Antunes & Fortes, 1981), sendo a faixa ideal para a formação de tubérculos e produção de matéria seca de 15 e 20<sup>0</sup>C (Van Der Zaag & Burton, 1978). Para que haja bom desenvolvimento da cultura, Fontes & Finger (1999) recomendam que as temperaturas noturnas sejam mais baixas e as diurnas não ultrapassem os 25<sup>0</sup>C.

O efeito da temperatura na cultura da batata depende do estágio de desenvolvimento da planta, que se divide em três: o primeiro estágio compreende o período de emergência até o início da tuberização; o segundo compõe o início da tuberização e o desenvolvimento inicial dos tubérculos; e o terceiro compreende o enchimento e amadurecimento dos tubérculos (Silva, 2004).

Altas temperaturas no segundo estágio ocasionam atraso no início da tuberização (Menezes et al., 1999; Vam Dam et al., 1996; Prange et al., 1990) e aumentam a incidência de algumas doenças como a pinta preta (*Alternaria*

*solani*) (Bittencourt et al., 1985). As altas temperaturas estimulam o desenvolvimento aéreo da planta, reduzindo a partição de fotoassimilados para os tubérculos, aumentando a intensidade da respiração e acarretando redução na produção de tubérculos (Menezes et al., 2001; Menezes & Pinto, 1995; Manrique et al., 1989).

Temperaturas noturnas baixas são importantes, visto que a produção dos tubérculos depende da fotossíntese, da respiração e da quantidade de fotoassimilados disponíveis para a translocação para os tubérculos. Com a temperatura noturna mais baixa que a diária, ocorre um gradiente que proporciona que a fotossíntese líquida (diferença entre o que é produzido na fotossíntese e gasto na respiração) acumule e transloque os fotoassimilados para os tubérculos, proporcionando maior produção. Em condições ideais de temperatura, Fontes & Finger (1999) relatam que na fase de tuberização pode ocorrer acúmulo de 400 a 700 Kg/ha/dia dependendo da cultivar.

A temperatura é o fator que mais exerce influência sobre a fotossíntese. Assim como a maioria das culturas, a batata apresenta uma faixa ideal de variação de temperatura para sua melhor eficiência fotossintética, fora da qual sua produção é prejudicada. A temperatura ideal para fotossíntese das cultivares européias está em torno de 20<sup>0</sup> C, e cada elevação de 5<sup>0</sup>C na temperatura da folha leva, nessas cultivares, a redução de aproximadamente 25% na taxa de fotossíntese; e a respiração da folhagem pode dobrar por uma elevação de 10<sup>0</sup>C na temperatura (Burton, 1981).

A produção de matéria seca de uma planta é função da sua capacidade fotossintética e do modo de partição entre os órgãos. A produção e a partição de matéria seca são características importantes da planta de batata, que pode ser alterada pelo ambiente de desenvolvimento. Um dado estresse pode induzir um desbalanço, afetando as fontes e os tubérculos. Altas temperaturas aumentam a

partição da matéria seca para a parte aérea em detrimento da raiz, dos estolões e dos tubérculos (Malik et al., 1992; Prange et al., 1990).

As temperaturas elevadas causam uma série de desordens fisiológicas, como embonecamento e rachaduras, coração ôco, coração negro e mancha chocolate. O embonecamento está associado a condições que dão origem ao crescimento desuniforme do tubérculo, geralmente devido à disponibilidade irregular de nutrientes de solo, temperaturas extremas e desfolha da planta, seguido de regeneração do sistema foliar. Quando as condições melhoram, o reinício do desenvolvimento do tubérculo torna-se evidente, e forma crescimento secundário de vários tipos nos tubérculos. O embonecamento é estimulado por temperaturas do solo de 27 °C ou mais (Hocker, 1990).

Outra importante desordem é a rachadura, a qual corresponde a fissuras na superfície do tubérculo e está associada, geralmente, a déficit hídrico e a elevada temperatura (Hiller & Thornton, 1993). O coração ôco está associado ao crescimento excessivamente acelerado do tubérculo, formando uma cavidade no seu interior (Hocker, 1990). Embora não haja sintomas externos, o coração ôco representa um problema muito sério quando os tubérculos são cortados.

O coração negro resulta de um abastecimento inadequado de oxigênio para a respiração dos tubérculos. Apresenta como sintoma uma região de cor azul escura a negro no centro do tubérculo (Hiller & Thornton, 1993). O chocolate, ou necrose interna do tubérculo, tem como principal causa a sub-oxidação, causada por respiração interna acelerada, associada ao crescimento ativo em altas temperaturas (Fontes & Finger 1999),

Existem vários relatos na literatura sobre a redução na produção de tubérculos devido às altas temperaturas. Khedhler & Ewing (1985) observaram redução de 65 a 80% na produção de tubérculos por planta em condições de temperaturas altas em relação a condições de temperaturas amenas.

Marinus & Bodlander (1975) testaram oito cultivares, em três temperaturas, e relataram que a produção de tubérculos e de biomassa da planta foi menor quando a batata foi cultivada a 27<sup>o</sup>C do que a 16<sup>o</sup>C ou 22<sup>o</sup>C, e que plantas sob temperaturas mais altas tiveram maior proporção de folhas e hastes que de tubérculos. Estes mesmos autores relatam que outro efeito ocasionado pelas altas temperaturas é a senescência mais rápida de folhas, promovendo a redução no enchimento de tubérculos pelo encurtamento do período de acúmulo de reserva.

Sarquis et al. (1996), trabalhando em ensaios de campo, em duas localidades contrastantes em temperatura, observaram redução de 52 e 94% na produção nos locais de altas temperaturas para as cultivares Alfa e Hertha, respectivamente, em relação aos locais de temperaturas baixas.

### **2.3 Influência do fotoperíodo e do ciclo vegetativo na cultura da batata**

A duração do fotoperíodo exerce influência marcante na cultura da batata. Em condições temperadas, o fotoperíodo varia de 16-18 horas de luz, enquanto, nas condições tropicais, ele varia de 13-14 horas. Desta forma, com maior tempo de exposição à luz diária nas condições temperadas, ocorre maior produção de fotoassimilados e, conseqüentemente, maior produção de tubérculos. As cultivares européias adaptadas ao maior fotoperíodo das condições temperadas, acabam produzindo menos sob o fotoperíodo curto nas condições tropicais (Pinto & Benites, 2006).

Associado ao maior fotoperíodo está o ciclo da cultura, que em condições temperadas, varia entre 120-150 dias, enquanto, sob condições tropicais é de apenas 100-120 dias. Assim, o cultivo sob condições temperadas, além de ser conduzido em maior número de horas de luz diária, apresenta ciclo mais longo. Com isso, em condições temperadas a produção sempre será maior

que em condições tropicais, nas quais o número de horas de luz diária e o ciclo da cultura são menores (Pinto & Benites, 2006).

Van Dam et al. (1996), trabalhando com duas cultivares em temperaturas variando de 15 a 27 °C e fotoperíodo de 12 e 18 h de luz, mostraram que na temperatura de 19 °C o acúmulo diário de fotoassimilados nas duas cultivares foi maior no fotoperíodo de 18 h de luz. Isso permite concluir que, devido ao maior tempo de exposição aos raios solares, maior será o período de fotossíntese e, conseqüentemente, maior o acúmulo diário de fotoassimilados.

#### **2.4 Melhoramento da batata**

O melhoramento de batata de forma consciente aconteceu em 1807, na Inglaterra quando Knighth realizou cruzamentos entre variedades através da polinização artificial (Knighth, 1807; citado por Bradshaw, 2005). Com o domínio da polinização artificial no Reino Unido, e posteriormente na Europa e América do Norte durante a segunda metade do século XIX, foi possível desenvolver muitas cultivares por fazendeiros, produtores de sementes e pessoas que realizavam melhoramento por hobby.

Em 1851 foi introduzido, nos USA, a cultivar de origem chilena denominada Rough Purple Chili. Essa cultivar passou por três ciclos de recombinação em campo, dando origem à cultivar mais famosa na América do Norte, chamada Russet Burbank, lançada em 1914 (Ortiz, 2001). Os descendentes da Rough Purple Chili foram empregados largamente como genitores femininos em cruzamentos com clones europeus no final do século XIX.

O melhoramento moderno iniciou-se no final dos anos 30, na China e na Índia. Esses países não são líderes em melhoramento atualmente, e a edição de 2005 do catálogo mundial de cultivares de batata (Hills & Pieterse, 2005)



conta com mais de 4000 cultivares em mais de 100 países. Porém, mesmo sendo a América do Sul o centro de origem da batata, é pequeno o número de cultivares provenientes das regiões andinas e do Chile (Bradshaw, 2005).

## **2.5 Melhoramento para tolerância ao calor**

### **2.5.1 Importância**

As temperaturas elevadas dos trópicos e a utilização das cultivares não adaptadas a estas condições causam perdas no cultivo da batata, desde a produção até sua comercialização *in natura* e na indústria de processamento, devido às desordens fisiológicas causadas nos tubérculos. Desta forma, para que a cadeia produtiva nacional da batata cresça, é evidente a necessidade de cultivares adaptadas às condições tropicais, diminuindo o custo de produção, aumentando a produtividade e diminuindo as perdas devidos aos defeitos fisiológicos e morfológicos causados pela temperatura elevada (Pinto & Benites, 2006).

### **2.5.2 Aspectos Gerais do Melhoramento para tolerância ao calor**

A tolerância ao calor parece ser um caráter complexo e, em um genótipo adaptado, esperam-se combinações de genes para tolerância e performance no campo. Para alcançar tal meta, o melhoramento precisa avaliar enorme número de genótipos e elaborar triagem adequada para seleção de clones e populações segregantes (Levy et al., 1991). Segundo Hall (1992), as cultivares classificadas como tolerantes devem apresentar alta produção e boa qualidade do produto econômico.

Entre os mecanismos fisiológicos e bioquímicos relacionados com a tolerância ao calor em batata, citam-se a maior eficiência fotossintética em altas temperaturas (Wolf et al. 1990A); a menor atividade da amilase e invertase e o menor acúmulo de amido nas folhas (Basu & Minhas, 1991).

A variabilidade para outros caracteres fisiológicos considerados importantes para a tolerância tem sido relatada em várias espécies diplóides de *Solanum* (Reynolds & Ewing, 1989; Midmore & Prange, 1991). Reynolds & Ewing (1989) classificam os materiais como tolerantes com base no vigor e na razão do peso fresco de hastes produzidas em casa de vegetação sob temperaturas altas e ventiladas, respectivamente. Midmore & Prange (1991) concluíram que a tolerância é governada por dois mecanismos fisiológicos principais: a capacidade de tuberizar sob altas temperaturas e a de manter um balanço positivo de produção de matéria seca.

Vários são os métodos para realizar o melhoramento visando a tolerância ao calor. Segundo Hall (2003b), o método tradicional tem sido avaliar linhagens avançadas em ambientes de produção com estresse e selecionar aquelas com produção maior que as cultivares disponíveis, o que denomina a medição direta da tolerância. Outros métodos têm como base estudos fisiológicos para seleção indireta, avaliação de genótipos sob condições controladas em casa de vegetação e auxílio da biologia molecular.

### **2.5.3 Estratégias utilizadas visando a seleção de clones tolerantes ao calor para as condições brasileiras.**

Os trabalhos de melhoramento genético da batata, nas condições brasileiras, têm sido insuficientes para a produção de novas cultivares mais adaptadas (Pinto et al., 1994). Momenté (1994) relata que desde a realização dos

primeiros trabalhos com melhoramento, os números de cruzamentos realizados e de clones avaliados foram relativamente pequenos e, como consequência, o número de cultivares nacionais colocado à disposição dos produtores é bastante limitado.

Menezes et al. (1999) em trabalho conduzido na Universidade Federal de Lavras, avaliaram os clones tolerantes ao calor liberados pelo Centro Internacional de la Papa (CIP), LT-7 (clones low tropics), LT-8, LT-9 e DTO-28, nas condições de altas temperaturas do Sul de Minas Gerais, com o objetivo de utilizá-los em futuros cruzamentos. Os autores observaram que as temperaturas elevadas reduziram a produção de tubérculos em 25,5%, principalmente devido ao atraso na tuberização e na redução da partição de fotoassimilados para os tubérculos. O período de enchimento dos tubérculos foi encurtado, resultando em tubérculos de menor tamanho e com menor teor de matéria seca. Os efeitos das altas temperaturas foram notados também pelo aumento de 17 vezes na incidência de embonecamento e de 3,7 vezes na incidência de rachaduras. Os clones tolerantes ao calor tiveram redução na produtividade menos acentuada que os clones não tolerantes (-20,5% vs. -29,7%). Estes resultados foram devidos ao fato de os clones tolerantes estabelecerem o início da tuberização mais precocemente sob temperaturas elevadas, bem como por apresentarem maior número de tubérculos na condição adversa.

Os clones tolerantes ao calor provenientes do CIP foram, então, cruzados com algumas cultivares e clones brasileiros (Itararé, Baronesa, Aracy, EPAMIG 76-0580 e EPAMIG 76-0526) e com a cultivar Baraka (holandesa). Os clones obtidos foram avaliados em quatro experimentos nas safras de inverno e das águas em três localidades de Minas Gerais. Mais uma vez as altas temperaturas afetaram significativamente a produção, o teor de matéria seca e a ocorrência de desordens fisiológicas nos tubérculos. A produção de tubérculos

foi reduzida em 46% e o teor de matéria seca dos tubérculos foi reduzido em 22,4%. Por outro lado, a incidência de desordens fisiológicas aumentou oito vezes. O clone tolerante ao calor LT-7 apresentou alta capacidade geral de combinação (CGC) para reduzir a incidência de desordens fisiológicas (embonecamento e rachaduras).

Inúmeros clones foram selecionados a partir deste trabalho e avaliados posteriormente por vários anos nas safras de inverno e das águas, sempre demonstrando superioridade nas condições adversas de temperatura. Lambert, (2004) em trabalho realizado na Universidade Federal de Lavras, estudou o comportamento de 51 destes clones quanto a produção, porcentagem de tubérculos graúdos e peso específico de tubérculos em diferentes localidades, anos e épocas no Sul de Minas Gerais. O autor observou que a seleção de clones com base na média de todos os ambientes permitiu a identificação de materiais que apresentavam desempenho nos ambientes favoráveis (temperaturas amenas), tão bom quanto os clones selecionados para estas condições. Estes mesmos clones também apresentavam desempenho nos ambientes com temperaturas elevadas tão bom quanto os clones selecionados para as condições adversas.

Lambert (2004) selecionou clones para ambientes específicos, e os clones com os melhores desempenhos sob estresse ambiental e considerados tolerantes ao calor são especificamente adaptados, com média baixa em ambientes favoráveis. Porém, também foram selecionados clones responsivos à melhoria ambiental e que apresentavam média alta em ambientes desfavoráveis. O autor também verificou que a seleção seqüencial (baseada em várias gerações) é uma boa estratégia para identificar clones superiores, enquanto a seleção com base em apenas uma geração poderia ser realizada apenas para descartar os piores clones. Lambert (2004), utilizando o índice de Annicchiarico, mostrou que o desempenho dos dez melhores clones foi superior às médias dos clones e das cultivares comerciais.

## **2.6 Melhoramento para duração do ciclo vegetativo da cultura**

### **2.6.1 Importância do melhoramento**

Devido ao menor fotoperíodo encontrado nas condições tropicais e o menor ciclo vegetativo da cultura, ocorre um decréscimo de produção em relação os cultivos realizados nas condições temperadas devido ao menor acúmulo de fotoassimilados por dia. Uma das estratégias que vem chamando a atenção dos pesquisadores é a avaliação do comportamento de genótipos tardios em relação aos precoces nas condições tropicais para aumento da produção.

### **2.6.2 Aspectos importantes no melhoramento da duração do ciclo vegetativo**

Para as condições tropicais, Van Keulen & Stol (1995) afirmam que maiores produtividades podem ser obtidas pelo uso de cultivares com períodos mais longos de manutenção de folhagem verde, as quais poderiam ser obtidas pela sua maior adaptação a temperaturas altas. Nessas circunstâncias, as estratégias para aumentar os níveis de produtividade podem envolver a manutenção da área foliar fotossinteticamente ativa por mais tempo em relação a que está diretamente relacionada a maior duração do ciclo vegetativo. Para Gawronska et al. (1984) existe potencial para o melhoramento genético combinando ciclo vegetativo e rápida e/ou elevada alocação de fotoassimilados para os tubérculos, com conseqüente incremento na produção final da cultura.

### **2.6.3 Estratégias utilizadas no melhoramento da duração do ciclo vegetativo**

Em condições tropicais brasileiras, foi realizado estudo para definir a magnitude de acúmulo diário de fotoassimilados nos tubérculos (Silva & Pinto

2005). Para isso os autores estudaram o comportamento de 23 genótipos de batata com ampla variação para a duração do ciclo vegetativo. Foram realizadas 4 colheitas (aos 58, 83, 108 e 133 dias após o plantio). Estudaram-se a produção de tubérculos por planta, a porcentagem de tubérculos graúdos e o peso específico de tubérculos. Quanto à produção de tubérculos por planta, verificou-se que os clones mais tardios são mais produtivos, tanto na colheita antecipada (58 e 83 DAP) quanto na colheita de fim de ciclo vegetativo. Em geral, a porcentagem de tubérculos graúdos foi maior na colheita de fim de ciclo para a maioria dos clones estudados. O peso específico dos tubérculos apresentou-se ligeiramente maior para a situação de colheita de fim de ciclo.

Silva & Pinto (2005) em estudo conduzido na Universidade Federal de Lavras, obtiveram resultados surpreendentes em relação à produção de clones precoces e tardios. Os clones tardios apresentaram vantagem produtiva sobre os clones precoces desde o início da tuberização. Diante destas observações, os autores concluíram que uma das estratégias possíveis de aumentar a produtividade da cultura da batata em regiões tropicais é a seleção visando o aumento do ciclo vegetativo.

Seguindo a linha de raciocínio proposta por Silva & Pinto (2005), Silva (2006) estudou os processos de crescimento da planta, tuberização e partição de matéria seca para os tubérculos em clones de batata precoces e tardios, ao longo do ciclo vegetativo, utilizando, para isso, caracteres morfológicos. O autor verificou que a maior produção dos clones de ciclo longo é devida ao crescimento vigoroso e à maior produção e duração da área foliar fotossinteticamente ativa, o que possibilita maior velocidade de tuberização ao longo do período de enchimento dos tubérculos. Silva (2006) demonstrou, ainda, que nos clones tardios ocorreu atraso de 28,6 dias para o início da senescência fisiológica (degradação da clorofila). Desta forma, o período de enchimento dos tubérculos para os clones tardios foi mais prolongado, possibilitando maior

produção final. Os resultados e as conclusões obtidas por Silva (2006) concordam com as obtidas por Silva & Pinto (2005).

## **2.7 Seleção recorrente em batata**

A seleção recorrente foi usada de forma inconsciente pelo homem desde o início da domesticação das plantas, quando selecionava a planta que mais lhe chamava a atenção e realizava o plantio de suas sementes. Com a polinização realizada em campo e a posterior seleção de novas plantas para próximo plantio, ele melhorava sua população de forma inconsciente.

Atualmente, a seleção recorrente em batata é aplicada por alguns institutos de pesquisa no mundo, com destaque para o Scottish Crop Research Institute (SCRI), na Escócia. A estratégia montada no SCRI está baseada na seleção visual dos seedlings nas primeiras gerações clonais, em casa-de-vegetação e no campo. A seleção é feita para vários caracteres e um ciclo de seleção é completado em 3 anos (Bradshaw, 2005).

O programa de seleção recorrente do SCRI é iniciado pelo do cruzamento biparental entre clones que possuem características complementares. Após os cruzamentos é realizado a seleção visual para caracteres de aparência de tubérculos e resistência à requeima e ao nematóide do cisto. O resultado desta seleção é utilizado para descartar as famílias com média baixa e dar início a seleção dentro das famílias (Bradshaw, 2005).

Os clones selecionados através da seleção visual dentro das famílias, são utilizados na recombinação do próximo ciclo de seleção e multiplicados para avaliação em campo e para qualidade de tubérculos. Materiais de outros programas podem ser incluídos na avaliação dos clones e usados em cruzamentos no próximo ciclo de seleção (Bradshaw, 2005).

Com o desejo de combinar genes de interesse, foram cruzados três grupos de clones em 1991. Foi realizado o cruzamento de dez clones resistentes à requeima com outros 12 clones resistentes ao nematóide do cisto dando origem ao grupo A. O grupo B foi formado através do cruzamento dos 10 clones resistentes à requeima com outros 14 clones resistentes a viroses e o grupo C foi formado através do cruzamento dos 12 clones resistentes ao nematóide dos cistos com os 14 resistentes a viroses. Foi realizado o teste de progênies nos seedlings quanto à resistência a doenças e qualidade dos tubérculos através da seleção visual dos clones, sendo eliminados os clones que apresentavam média abaixo do esperado para cada característica e posterior seleção de tubérculos em campo. Ao final do primeiro ciclo de seleção foram selecionados 108 clones com múltiplas resistências, finalizando o primeiro ciclo de seleção (Bradshaw, 2005).

Em 1994 deu-se início ao segundo ciclo de seleção com o cruzamento entre os grupos selecionados (AxB, AxC e BxC). Os clones novamente passaram por teste de progênies nos seedlings e avaliação em campo, chegando, ao final do segundo ciclo de seleção com 27 clones. O terceiro ciclo de seleção foi iniciado em 1999, com o cruzamento entre os 27 clones selecionados, novamente realizando seleção de seedlings e seleção em campo. Desta seleção resultaram 36 clones que foram avaliados com duas repetições de 18 plantas cada uma. Os clones selecionados foram avaliados novamente quanto a qualidade de tubérculos e resistência às doenças e multiplicados. A cada ciclo de seleção, que durou três anos, foram selecionadas materiais para lançamento. Os ganhos a cada ciclo de seleção em relação às múltiplas características selecionadas foram de 28% para o primeiro ciclo e 32% e 41% para o segundo e terceiro ciclos, respectivamente. (Bradshaw, 2005).

Em 1999, foram selecionados os 12 melhores clones em relação aos 122 clones da população. Os clones selecionados apresentaram ganhos de 10 %



quanto à qualidade de tubérculos, 20% à resistência ao nematóide do cisto, 11% quanto à resistência à requeima nas folhas e 41% quanto a resistência à requeima nos tubérculos (Bradshaw, 2005).

Haynes (2001) trabalhou com a seleção recorrente com o objetivo de estudar os componentes de variância da produção e o peso específico dos tubérculos em população diplóide. A população base foi formada por sementes botânicas de 72 híbridos diplóides obtidos pelo cruzamento ao acaso de *S. phureja* x *S. stenotomum*. Aproximadamente 150 clones de cada família foram plantados em vasos. Posteriormente, 100 tubérculos de cada família foram plantados em 4 repetições. Ao final do ciclo da cultura, quatro clones de cada família foram selecionados para formar o próximo ciclo de seleção e plantados em campo, sendo avaliados quanto à produção e o peso específico. Foram colhidos de 10-20 frutos de cada tratamento, formando população de meio-irmãos. Através da avaliação dos clones no experimento anterior, selecionou-se o clone que apresentou maior peso específico e suas sementes foram utilizadas para recombinação. Posteriormente, os clones foram plantados e avaliados e selecionaram-se os quatro melhores de cada uma das 72 populações para iniciar o segundo ciclo de seleção. Foram estimados os componentes da variância das populações em relação ao peso específico e produção.

A  $h^2_r$  estimada para o peso específico foi de  $0,37 \pm 0,25$  e  $0,43 \pm 0,27$  no primeiro e segundo ciclos de seleção, respectivamente, com diminuição de 27% na variância fenotípica. A  $h^2_r$  para produção foi estimada em  $0,60 \pm 0,26$  e  $0,06 \pm 0,24$  no primeiro e segundo ciclos de seleção respectivamente, com decréscimo de 73% na variância fenotípica. Esses resultados indicam que pode ocorrer aumento no peso específico nesta população, porém a quantidade de variância para produção nesta população diminui e pode indicar que o potencial de produção pode ser rapidamente atingido (Haynes, 2001).

Sanford & Ladd Jr (1987), empregaram a seleção recorrente visando a resistência ao *potato leafhopper* (PLH). A população base que deu início a seleção recorrente foi formada por 27 cultivares e clones provenientes do grupo *tuberosum*. Esta população foi recombinada ao acaso por sete gerações sem seleção alguma. Cada população era constituída de aproximadamente 112 clones, foi coletado pólen de todos indivíduos, os quais foram misturados e cruzados entre si. Para evitar endogamia, a planta que era usada como genitor feminino tinha seu pólen excluído da amostra.

Desta forma foram formadas oito populações, a população sem seleção (G0) e as populações de seleção (G0-G7). As sementes destas populações originaram *seedlings* que foram plantados em casa-de-vegetação e seus tubérculos, utilizados para teste em campo quanto à resistência ao PLH. Os tubérculos produzidos foram plantados em quatro locais utilizando delineamento experimental, sem a utilização de tratamento químico para não impedir a infestação natural do inseto. A avaliação quanto à resistência foi realizada estimando-se o nível de infestação de ninfas e a severidade dos danos nas plantas devido à infestação natural. A seleção recorrente aplicada na população base mostrou-se eficiente para aumentar o nível de resistência da população em relação às duas características avaliadas. Ao final dos sete ciclos de seleção, houve redução de 75% no nível de infestação das ninfas e de 45% nos danos causados às plantas pelo PLH (Sanford & Ladd Jr 1987).

Gautney & Haynes (1983), trabalhando com seleção recorrente visando adaptação ao calor em batatas diplóides *S. tuberosum* ssp. *Phureja* e *Stenotomum*, utilizaram seleção massal fenotípica para selecionar genótipos adaptados a condição de estresse térmico em duas localidades. A população inicial contou com 34 famílias cada uma com 60 progênies, que foram plantadas em um local com quatro repetições de 15 plantas/família. As plantas que sobreviveram em campo foram selecionadas e plantadas em casa-de-vegetação,

na qual foi coletado pólen das plantas, e realizado o bulk de pólen e posterior cruzamento. A polinização resultou em 154 progênies, que foram avaliadas em dois locais utilizando delineamento experimental. Foram tomados dados de sobrevivência de plantas, tuberização e produção. Ao final do primeiro ciclo de seleção recorrente fenotípica houve ganho de 3% em relação à sobrevivência de plantas, 15% em relação à tuberização e 27% em relação à produção.

Plaisted & Peterson (1963) trabalharam com seleção recorrente para aumentar o peso específico de tubérculos. Os autores utilizaram cinco variedades com elevado peso específico para formar a população base de seleção. Os *seedlings* resultantes dos cruzamentos foram plantados em campo e foi possível tomar dados de 1600 dos 3000 *seedlings* plantados. Destes, 140 foram selecionados com relação à aparência e, posteriormente, selecionados os clones que possuíam peso específico maior que 1,079. Desta seleção foi possível selecionar 30 clones, os quais foram avaliados em campo e também recombinados para formar o segundo ciclo de seleção. Da avaliação dos 30 clones foram selecionados 16 clones, que passaram por recombinação e deram início ao terceiro ciclo.

O resultado após dois ciclos de seleção recorrente para aumentar o peso específico indica que houve aumento, em média, de 0,004 de unidades de peso específico em relação ao primeiro ciclo, quando avaliados em dois locais, e de 0.005 unidades quando avaliados em duas estações (Plaisted & Peterson, 1963).

No Brasil não há relatos do emprego da seleção recorrente no melhoramento da batata.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Material Experimental

#### 3.1.1 Obtenção das Populações SR0 e SR1

A população base para a seleção recorrente (SR0) constituiu-se de 13 clones, previamente selecionados por Menezes et al.(2001), denominados CBM e duas cultivares (Atlantic e Chiquita) (Tabela 1). Os clones escolhidos apresentam tolerância ao calor e bom desempenho agrônomico para produção de tubérculos sob diversas condições ambientais do sul de Minas Gerais, associando, também alto teor de matéria seca de tubérculos e porcentagem de tubérculos graúdos (Lambert et al., 2003). A cultivar Atlantic foi escolhida por apresentar elevado teor de matéria seca de tubérculos e a Chiquita, por ser uma cultivar adaptada às condições do sul de Minas e com resistência à pinta preta.

Foram realizados cruzamentos biparentais entre os clones e também com as duas cultivares, no período de abril a julho de 2001, obtendo-se 16 famílias que constituíram a população de ciclo 1 (SR1) (Tabela 2).

Inicialmente as sementes botânicas foram semeadas em bandejas plásticas em casa de vegetação do Departamento de Biologia – UFLA, Lavras, MG, em março de 2002. Foram obtidos cerca de 2500 *seedlings*, que foram transplantados com cerca de 30 dias para vasos plásticos contendo substrato organo-mineral, também em casa de vegetação, para obtenção de tubérculos da geração clonal 1 (C1).

Na colheita foram eliminados os clones com aspecto indesejável de tubérculos (formato irregular, presença de defeitos fisiológicos e grande profundidade de olhos).

TABELA 1. Clones da população base (SR0).

Clone	Clone
CBM 2-06	CBM 11-03
CBM 2-21	CBM 14-16
CBM 3-26	CBM 15-25
CBM 4-16	CBM 16-16
CBM 5-09	CBM 22-19
CBM 8-11	CBM 26-22
CBM 10-43	Chiquita
Atlantic	

De cada clone foi retido apenas o tubérculo de maior tamanho, misturando-se os tubérculos dos clones de uma mesma família. Nesta fase foram mantidos 1400 clones, que foram armazenados em câmara fria por cerca de 2 meses, sendo posteriormente multiplicados em campo. O plantio para multiplicação foi realizado em novembro de 2002, em São João da Mata, MG, mantendo-se as famílias individualizadas em linhas. O espaçamento usado foi de 0,8 entre linhas e 0,50 entre plantas, sendo a adubação para os sulcos realizada com a formulação 4-14-8 ( $N_2, P_2O_5, K_2O$ ) na dosagem de 3,0 t/ha.

Na ocasião da colheita, novamente foi realizada a seleção visual para aparência de tubérculos, promovendo-se a seleção entre e dentro de famílias, reduzindo a população original a 150 clones.

A Figura 1 ilustra o modo de obtenção das famílias, bem como as fases de multiplicação e avaliação dos clones em campo.

TABELA 2. Relação das famílias do ciclo 1 (SR1) oriundas de cruzamentos biparentais.

Nº	Genitores	Nº	Genitores
1	CBM 22-19 x CBM 11-03	9	CBM 10-43 x CBM 2-21
2	CBM 11-03 x CBM 3-26	10	Chiquita x CBM 16-16
3	CBM 5-09 x CBM 4-16	11	CBM 2-06 x CBM 3-26
4	CBM 4-16 x CBM 3-26	12	CBM 22-19 x CBM 10-43
5	CBM 22-19 x CBM 2-06	13	CBM 8-11 x CBM 11-03
6	CBM 4-16 x CBM 11-03	14	CBM 26-22 x CBM 4-16
7	CBM 16-16 x Atlantic	15	CBM 15-25 x CBM 14-16
8	CBM 2-06 x CBM 26-22	16	CBM 4-16 x CBM 22-19

### 3.1.2 Método Experimental do ciclo SR1

#### 3.1.2.1 Avaliação dos clones (geração C2, C3 e C4)

Os 150 clones selecionados foram avaliados na safra de inverno (maio a setembro de 2003), na área experimental do Departamento de Biologia, Lavras, MG, incluindo-se no experimento os genitores (clones da população base SR0) e três cultivares (Achat, Monalisa e Asterix) como testemunhas. O delineamento utilizado foi o látice com três repetições, sendo as parcelas constituídas de duas plantas, no espaçamento de 0,30 m x 0,80 m. Nesta fase foi realizada a seleção para produção de tubérculos por planta, porcentagem de tubérculos graúdos, aparência e peso específico de tubérculos, selecionando-se 50 clones. Estes foram novamente avaliados na safra das águas (dezembro de 2003 a abril de 2004), também em Lavras, juntamente com as mesmas testemunhas e os sete genitores.

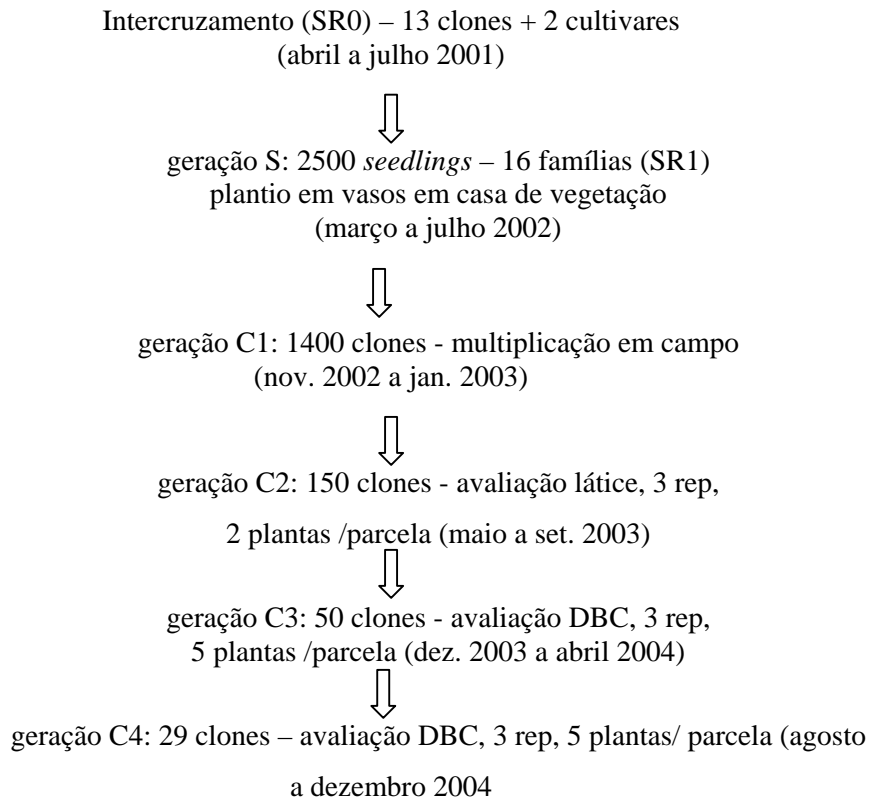


FIGURA 1. Esquema usado no programa de seleção recorrente, incluindo as fases da obtenção das populações, multiplicação dos clones e avaliação em campo.

O delineamento usado neste último ensaio foi o de blocos casualizados, com três repetições, sendo a parcela constituída de um linha de cinco plantas.

Com base nos experimentos das safras de inverno e verão, foram selecionados 31 clones, os quais foram utilizados para recombinação e formação do ciclo 2 (SR2). Na avaliação da geração C4, 29 clones que geraram a população SR2 foram avaliados juntamente com mais seis clones CBMs, provenientes da população base e tolerantes ao calor, com mais três testemunhas Monalisa, Achat e Asterix.

O experimento foi conduzido em Carrancas – MG, em fazenda de produtor rural, entre os meses de agosto e dezembro de 2004. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições e parcelas constituídas de uma linha com cinco plantas espaçadas em 0,3 m e 0,8 entre fileiras. Os tratos culturais foram realizados como recomendado para a cultura da batata.

### **3.1.2.2 Características avaliadas**

Foram avaliadas as seguintes características:

- produção de tubérculos: produção total dividida pelo número de plantas da parcela (g/ planta);
- porcentagem de tubérculos graúdos: produção de tubérculos com diâmetro transversal maior que 45 mm, dividida pela produção total;
- peso médio de tubérculos graúdos: peso de tubérculos graúdos dividido pelo número de tubérculos graúdos;
- peso específico de tubérculos: determinado pela expressão  $d = \frac{\text{Peso no ar}}{\text{Peso no ar} - \text{Peso na água}}$ , obtidos em balança hidrostática;
- ciclo vegetativo: número de dias da emergência à seca natural das ramas; considerou-se a data em que 50% das plantas da parcela estavam emergidas ou secas;
- vigor da planta: nota atribuída por três avaliadores na escala de 1 (pouco vigorosa) a 5 (muito vigorosa);
- aparência externa de tubérculos (formato, coloração da película, profundidade de olhos, presença de defeitos fisiológicos): variando de 1 (tubérculos com má aparência) a 5 (tubérculos com ótima aparência);
- porcentagem de tubérculos com rachadura: número de tubérculos rachados, dividido pelo número total de tubérculos, multiplicado por 100.



- porcentagem de tubérculos com embonecamento- número de tubérculos embonecados, dividido pelo número total de tubérculos, multiplicado por 100.

### 3.1.2.3 Métodos Estatísticos

#### 3.1.2.4 Análise de Variância do ensaio da safra de inverno (geração C2)

Foram realizadas as análises de variância para as características, considerando o seguinte modelo estatístico

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

em que:

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

$\mu$  : é o efeito fixo da média geral do ensaio;

$t_i$  : é o efeito aleatório do clone  $i$ , sendo  $i = 1, 2, \dots, 169$ ;

$r_j$  : é o efeito aleatório da repetição  $j$ , sendo  $j = 1, 2, 3$ ;

$b_{k(j)}$  : é o efeito aleatório do bloco  $k$ , na repetição  $j$ , sendo  $k = 1, 2, \dots, 13$ ;

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

Para as análises do experimento em látice foi utilizado o programa estatístico MSTAT-C (1991)

#### 3.1.2.5 Análise de Variância do ensaio na safra de verão (geração C3)

Foi utilizado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij},$$

em que:

$Y_{ij}$ : é a observação referente ao clone  $i$  no bloco  $j$ ;

$\mu$  : é o efeito fixo da média geral do ensaio;

$t_i$  : é o efeito aleatório do clone  $i$ , sendo  $i = 1, 2, \dots, 60$ ;

$b_j$  : é o efeito aleatório do bloco  $j$ , sendo  $j = 1, 2, 3$ ;

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

### 3.1.2.6 Análise de variância conjunta

Foram realizadas as análises conjuntas a partir das médias ajustadas dos clones que foram incluídos nos dois experimentos, utilizando o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ik} = \mu + g_i + e_k + (ge)_{ik} + e_{ik}$$

em que:

$Y_{ik}$ : é a resposta média do clone  $i$  no ambiente  $j$  para o caráter considerado;

$\mu$ : é a constante (média geral) comum às respostas;

$g_i$ : é o efeito aleatório do tratamento  $i = 1, 2, \dots, 50$ ;

$e_k$ : é o efeito aleatório do ambiente  $k = 1, 2$ ;

$(ge)_{ik}$ : o efeito aleatório da interação específica do clone  $i$  com o ambiente  $k$ ; e

$E_{ik}$ : é o erro experimental médio, assumindo independente e  $E \sim N(0, \sigma^2)$ .

### 3.1.2.7 Análise de Variância do ensaio na safra de verão (geração C4)

Foi utilizado o seguinte modelo estatístico:

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

em que:

$Y_{ij}$ : é a observação referente ao clone  $i$  no bloco  $j$ ;

$\mu$ : é o efeito fixo da média geral do ensaio;

$t_i$ : é o efeito aleatório do clone  $i$ , sendo  $i = 1, 2, \dots, 103$ ;

$b_j$ : é o efeito aleatório do bloco  $j$ , sendo  $j = 1, 2, 3$ ;

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

### 3.1.2.8 Estimativas de Parâmetros Genéticos

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

$$h_a^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_G^2 + \sigma_e^2 / r}$$

em que:

$\sigma_G^2$ : é a variância genética;

$\sigma_e^2$ : é a variância residual;

$r$ : número de repetições do ensaio.

Para as estimativas das herdabilidades a partir das análises conjuntas dos dois experimentos, foi usada a expressão:

$$h_a^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_G^2 + \sigma_{G \times a}^2 / l + \sigma_e^2 / rl}$$

em que:

$\sigma_{G \times a}^2$ : variância devido à interação genótipos por ambientes;

$l$ : número de locais.

### 3.1.2.9 Ganhos estimado com a seleção

Após a seleção nas fases *seedling* e geração clonal 1, foram selecionados 20 clones por meio da média dos dois ensaios (geração C-2 e C3). O método usado foi o de níveis independentes de eliminação, que consiste no estabelecimento de níveis mínimos (ou máximos) para cada caráter, selecionando-se os indivíduos cujo desempenho esteja entre o desejado e o limite preestabelecido (Cruz & Regazzi, 1997).

Os ganhos foram determinados por meio da comparação das médias dos 20 clones selecionados com a média da população SR1 na média dos ambientes, a partir da expressão:

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

em que:

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

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

$h_a^2$  : herdabilidade no sentido amplo em nível de média de clones nos dois ambientes, para o caráter considerado.

### **3.2.1 Obtenção da População SR 2**

A população base SR2 foi constituída pelo intercruzamento de 31 clones provenientes do ciclo SR1, 5 clones ESL e a cultivar Atlantic, acrescentando-se mais 15 famílias SR1 de polinização aberta . (Tabela 3).

Os 31 clones SR1 foram selecionados pela análise conjunta dos experimentos realizado em Lavras no inverno de 2003 e verão de 2003/2004, os clones ESL foram escolhidos por serem tolerantes ao calor, a cultivar Atlantic por possuir peso específico de tubérculos elevado.

Os 37 clones foram cruzados ao acaso (exceto os obtidos por polinização cruzada), em casa de vegetação localizada no Departamento de Biologia – UFLA, em Dezembro de 2003 e Janeiro de 2004. Foram obtidas 182

famílias de irmãos germanos e 15 famílias de meios irmãos, totalizando 197 famílias, que deram origem ao ciclo 2 (SR2).

A Figura 2 ilustra o modo de obtenção das famílias, bem como as fases de multiplicação e avaliação dos clones em campo.

Inicialmente as sementes botânicas foram semeadas em bandejas plásticas em casa-de-vegetação do Departamento de Biologia – UFLA, Lavras, MG, em abril de 2004. Foram obtidos cerca de 6000 *seedlings*, que foram transplantados com cerca de 30 dias para vasos plásticos contendo substrato organo-mineral, também em casa de vegetação, para obtenção de tubérculos da geração clonal 1 (C1).

Na colheita realizada por volta de 70 dias, foram eliminados os clones com aspecto indesejável de tubérculos (formato irregular, presença de defeitos fisiológicos e grande profundidade de olhos). De cada clone foi retido apenas o tubérculo de maior tamanho, misturando-se os tubérculos dos clones de uma mesma família. Nesta fase foram mantidos 2000 clones provenientes de 47 famílias (Tabela 4). O número de famílias selecionadas foi realizado levando-se em consideração a quantidade de clones por famílias (maior que 30 tubérculos).

Os tubérculos provenientes das famílias selecionadas foram armazenados em câmara fria por cerca de 2 meses, sendo posteriormente multiplicados em campo. O plantio para multiplicação foi realizado em agosto de 2004, em Lavras MG, no Departamento de Biologia - UFLA, mantendo-se as famílias individualizadas em linhas.

O espaçamento usado foi de 0,8 entre linhas e 0,50 entre plantas, sendo a adubação realizada nos sulcos com a formulação 4-14-8 ( $N_2, P_2O_5, K_2O$ ) na dosagem de 3,0 t/ha. Na ocasião da colheita, novamente foi realizada a seleção visual para aparência de tubérculos, promovendo-se a seleção entre e dentro de famílias, reduzindo a população original a 368 clones.

TABELA 3. Clones e famílias que deram origem ao ciclo 2 (SR2).

Clones	Clones
SR1 4-01	SR1 7-40
SR1 4-02	SR1 10-02
SR1 4-03	SR1 11-01
SR1 4-04	SR1 11-03
SR1 4-06	SR1 11-10
SR1 4-10	SR1 4-03 PL
SR1 4-18	SR1 4-04 PL
SR1 4-19	SR1 4-06 PL
SR1 5-04	SR1 4-10 PL
SR1 5-06	SR1 4-12 PL
SR1 5-08	SR1 4-19 PL
SR1 6-11	SR1 5-04 PL
SR1 6-14	SR1 5-08 PL
SR1 7-01	SR1 6-14 PL
SR1 7-03	SR1 7-04 PL
SR1 7-06	SR1 7-14 PL
SR1 7-07	SR1 7-36 PL
SR1 7-14	SR1 7-38 PL
SR1 7-30	SR1 7-42 PL
SR1 7-31	SR1 11-03 PL
SR1 7-32	ESL 2-18
SR1 7-34	ESL 2-21
SR1 7-35	ESL 2-27
SR1 7-36	ESL 9-04
SR1 7-37	ESL 9-27
SR1 7-38	Atlantic

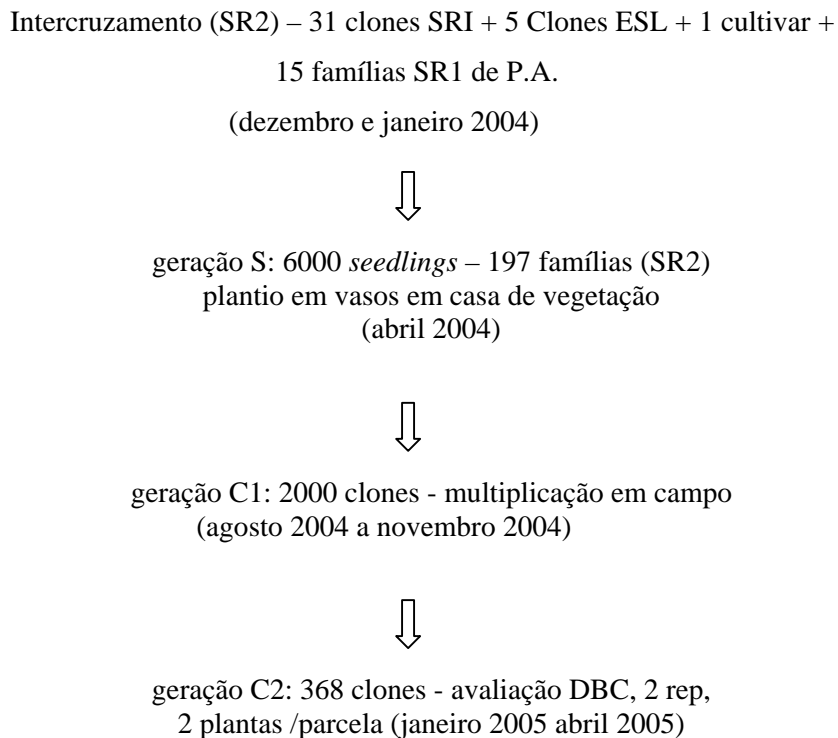


FIGURA 2. Esquema usado no programa de seleção recorrente, incluindo as fases da obtenção das populações, multiplicação dos clones e avaliação em campo.

### 3.2.2 Método Experimental do ciclo SR2

### 3.2.3 Avaliação dos clones (geração C2)

Os 368 clones selecionados foram avaliados na safra de verão (janeiro a abril de 2005), na área experimental da Hortiagro Sementes, Ijaci, MG, incluindo-se no experimento duas cultivares (Monalisa e Asterix) como



TABELA 4. Relação das famílias do ciclo 2 (SR2) selecionadas em casa de vegetação.

N <sup>o</sup>	Genitores	N <sup>o</sup>	Genitores
SR2 1	SR1 11 - 10 x SR1 5 - 08	SR2 29	SR1 10 - 02 x SR1 4 - 01
SR2 2	SR1 10 - 02 x SR1 7 - 14	SR2 30	SR1 5 - 08 x SR1 7 - 32
SR2 5	SR1 6 - 14 x SR1 7 - 30	SR2 32	ESL 2 - 18 x SR1 4 - 19
SR2 6	SR1 7 - 38 x SR1 4 - 19	SR2 33	ESL 2 - 18 x SR1 10 - 02
SR2 7	ESL 9 - 04 x SR1 5 - 08	SR2 34	SR1 7 - 14 x SR1 7 - 30
SR2 8	SR1 4 - 10 x SR1 4 - 19	SR2 35	SR1 7 - 01 x SR1 7 - 06
SR2 9	SR1 5 - 08 x SR1 7 - 38	SR2 36	SR1 10 - 02 x ESL 2 - 21
SR2 10	SR1 4 - 19 x ESL 9 - 04	SR2 37	SR1 4 - 19 x SR1 7 - 30
SR2 11	SR1 10 - 02 x SR1 11 - 03	SR2 40	SR1 7 - 36 x SR1 5 - 08
SR2 12	SR1 5 - 08 x SR1 7 - 31	SR2 41	SR1 7 - 14 x SR1 7 - 03
SR2 13	SR1 10 - 02 x SR1 4 - 02	SR2 43	SR1 5 - 08 x SR1 11 - 03
SR2 14	SR1 7 - 36 x SR1 10 - 02	SR2 44	SR1 6 - 11 x SR1 5 - 08
SR2 15	SR1 6 - 11 x SR1 7 - 14	SR2 45	SR1 4 - 03 x SR1 7 - 01
SR2 16	SR1 10 - 02 x SR1 7 - 38	SR2 46	SR1 5 - 08 x SR1 4 - 03
SR2 17	SR1 6 - 14 x SR1 7 - 34	SR2 47	SR1 4 - 06 x SR1 7 - 01
SR2 18	SR1 4 - 12 PL	SR2 48	SR1 5 - 08 x SR1 7 - 37
SR2 19	SR1 5 - 08 x ESL 2 - 18	SR2 49	ESL 2 - 18 x SR1 7 - 30
SR2 22	SR1 5 - 08 x SR1 7 - 30	SR2 50	SR1 4 - 19 x SR1 7 - 35
SR2 23	SR1 7 - 38 x SR1 7 - 30	SR2 52	SR1 6 - 11 x SR1 4 - 02
SR2 24	SR1 4 - 06 x SR1 4 - 19	SR2 53	SR1 10 - 02 x SR1 7 - 35
SR2 25	SR1 4 - 04 x SR1 5 - 08	SR2 56	SR1 5 - 08 x ESL 9 - 27
SR2 26	SR1 5 - 08 x SR1 7 - 03	SR2 57	SR1 4 - 19 x SR1 7 - 32
SR2 27	SR1 10 - 02 - SR1 7 - 36	SR2 59	SR1 4 - 03 x SR1 7 - 30
SR2 28	SR1 5 - 08 x SR1 6 - 11		

testemunhas. O delineamento utilizado foi o blocos casualizados com duas repetições e as parcelas foram constituídas de uma linha com duas plantas espaçadas de 0,5 m e 0,8 entre linhas.

### **3.2.4 Características avaliadas**

Foram avaliadas as seguintes características:

- produção de tubérculos: produção total dividida pelo número de plantas da parcela (g/ planta);
- porcentagem de tubérculos graúdos: produção de tubérculos com diâmetro transversal maior que 45 mm, dividida pela produção total;
- peso médio de tubérculos graúdos: peso de tubérculos graúdos dividido pelo número de tubérculos graúdos;
- peso específico de tubérculos: determinado pela expressão  $d = \frac{\text{Peso no ar}}{\text{Peso no ar} - \text{Peso na água}}$ , obtido em balança hidrostática;
- aparência externa de tubérculos (formato, coloração da película, profundidade de olhos, presença de defeitos fisiológicos): variando de 1 (tubérculos com má aparência) a 5 (tubérculos com ótima aparência);
- porcentagem de tubérculos com rachadura: número de tubérculos rachados, dividido pelo número total de tubérculos, multiplicado por 100.
- porcentagem de tubérculos com embonecamento: número de tubérculos embonecados dividido pelo número total de tubérculos, multiplicado por 100.

### **3.2.5 Métodos Estatísticos**

### **3.2.6 Análise de Variância do ensaio na safra de verão (geração C2)**

Foi utilizado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij},$$

em que:

$Y_{ij}$ : é a observação referente ao clone  $i$  no bloco  $j$ ;

$\mu$  : é o efeito fixo da média geral do ensaio;

$t_i$  : é o efeito aleatório do clone  $i$ , sendo  $i = 1, 2, \dots, 370$ ;

$b_j$  : é o efeito aleatório do bloco  $j$ , sendo  $j = 1, 2$ ;

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

Foi utilizado o programa SAS (2000), para análise dos dados

### 3.2.7. Estimativas de Parâmetros Genéticos

A partir das esperanças dos quadrados médios da análise de variância, foram estimadas as variâncias genéticas ( $\sigma_G^2$ ) e fenotípicas ( $\sigma_F^2$ ) para os caracteres avaliados, de acordo com o procedimento mostrado por Venkovsky & Barriga (1992). Foram estimadas as herdabilidades no sentido amplo, por meio da expressão:

$$h_a^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_G^2 + \sigma_e^2 / r}$$

em que:

$\sigma_G^2$ : é a variância genética;

$\sigma_e^2$ : é a variância residual;

$r$ : número de repetições do ensaio.

### 3.2.8 Ganhos esperados com a seleção

Após a seleção nas fases *seedling* e geração clonal 1, foram selecionados 20 melhores clones com base nos dados do experimento de Ijací. Os clones foram classificados pelo índice da soma de postos de Mulamba & Mock (1978) considerando a produção de tubérculos por planta, a porcentagem de tubérculos graúdos, o peso médio de tubérculos graúdos, o peso específico de tubérculos e a nota de aparência dos tubérculos.

Os ganhos com a seleção, foram determinados por meio da comparação dos 20 clones SR2 selecionados, com a média dos clones da população de seleção SR2, a partir da expressão:

$$GS(\%) = \frac{ds \cdot h_a^2}{\bar{X}_o} \cdot 100,$$

em que:

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

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

$h_a^2$ : herdabilidade no sentido amplo em nível de média de clones nos dois ambientes, para o caráter considerado.

### **3.3 – Avaliação na safra de inverno dos clones genitores do ciclo SR0 e os clones SR0, SR1 e SR2.**

Foram avaliados na safra de inverno de 2005, em Lavras (julho a outubro), clones de todos os ciclos de seleção recorrente para constatar se houve ganho também na safra de inverno. A avaliação foi realizada no Departamento de Biologia – UFLA, onde foram 103 clones, sendo 8 clones que geram o ciclo zero (SR0) Aracy, Itararé, Baronesa e o clone EPAMIG 76-0580 são materiais obtidos no Brasil. LT-7, LT-8, LT-9 e DTO-28 são clones lançados pelo CIP (Centro Internacional de la Papa) como tolerantes ao calor], 29 clones da população do ciclo zero (SR0), 32 clones da população do ciclo 1 (SR1), 30 clones da população do ciclo 2 (SR2) e 4 testemunhas: Monalisa, Ágata, Asterix e Atlantic.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados com três repetições e parcela de cinco plantas espaçadas de 0,30 m e 0,80 entre fileiras.

#### **3.3.1 Características avaliadas**

Foram avaliadas as seguintes características:

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

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

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

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

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

### 3.3.2 Métodos Estatísticos

#### 3.3.3 Análise de Variância do ensaio de inverno dos clones genitores do SR0, os clones SR0, SR1 e SR2.

Foi utilizado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij},$$

em que:

$Y_{ij}$ : é a observação referente ao clone  $i$  no bloco  $j$ ;

$\mu$ : é o efeito fixo da média geral do ensaio;

$t_i$ : é o efeito aleatório do clone  $i$ , sendo  $i = 1, 2, \dots, 103$ ;

$b_j$ : é o efeito aleatório do bloco  $j$ , sendo  $j = 1, 2, 3$ ;

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

Foi utilizado o programa SAS (2000), para análise dos dados

#### 3.3.4 Ganho com a seleção entre os ciclos

O ganho foi estimado selecionando os sete melhores clones pelo índice da soma dos postos de cada ciclo de seleção. As médias dos clones do ciclo SR0 (CBM), ciclo 1 (SR1), foi obtida do experimento conduzido no verão de 2003 em Lavras e as médias dos clones do ciclo 2 (SR2), do experimento de verão 2005 em Ijaci. Os ganhos com a seleção em relação aos ciclos de seleção foram estimado por meio da expressão (adaptada Cunha 2005).

$$GS_0 = \frac{\bar{X}_{sel} - \bar{X}_{sel}(g-1)}{\bar{X}_{sel}(g-1)} \times 100,$$

Em que:

$GS_0$  : ganho percentual por ciclo para o caráter  $o$ ;

$\bar{X}_{sel}$  : média dos 7 melhores clones do ciclo em que deseja-se obter o ganho;

$\bar{X}_{sel}(g-1)$  : média dos 7 melhores clones do ciclo anterior à qual se deseja obter o ganho.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Seleção de *seedlings* e da geração clonal 1 do ciclo 1 (SR1).

Ressalta-se que houve descarte de inúmeros genótipos, com redução da população inicial de 2500 *seedlings* para 150 clones na geração clonal 2 (intensidade de seleção de 6%). Isso ocorre normalmente nos programas de melhoramento de batata, que geralmente iniciam com uma população bastante grande, sendo que em alguns o número de genótipos chega a 100.000.

No caso da condução de *seedlings* em casa de vegetação, normalmente é realizado o plantio em vasos plásticos de pequeno tamanho. Deste modo, são produzidos pequenos tubérculos, devido ao reduzido volume de substrato para crescimento dos mesmos e da exploração do sistema radicular, além da competição entre plantas pouco espaçadas entre si. Na colheita destes pequenos tubérculos, já é possível descartar os clones com aspecto geral de tubérculos indesejável, como presença de defeitos fisiológicos, formato irregular e grande profundidade de olhos.

A seleção para caracteres de herdabilidade baixa em plantas individuais nesta fase é pouco eficiente (Tai, 1975; Rowell, et al, 1986; Pinto et al., 1994; Gopal, 1997; Amaro, 2002). Contudo, estudos visando encontrar caracteres que possam estar associados à tolerância a calor devem ser promovidos, para que possam ser estabelecidos métodos adequados de *screening* para seleção dos melhores genótipos nas gerações iniciais. Levy et al. (1991) encontraram associação da precocidade de tuberização de *seedlings* submetidos a altas temperaturas em casa de vegetação sob condições controladas, com a tolerância a calor em campo.

Na geração clonal 1, além da aparência geral de tubérculos, também foram descartados os clones que produziram tubérculos muito pequenos ou em



reduzido número. Foi realizada a seleção clonal nas famílias, sendo que algumas delas (SR1 13, SR1 14, SR1 15 e SR1 16) não tiveram nenhum clone selecionado, principalmente pela má aparência de tubérculos. As famílias SR1 4 e SR1 7, por sua vez, contribuíram com 47% dos clones selecionados. Além destas, as famílias SR1 5, SR1 6, SR1 11 e SR1 12 tiveram um número maior de clones selecionados, em relação às demais. Isto é um fato importante a ser considerado, pois resultados de trabalhos demonstram que a seleção de famílias é eficiente em batata (Brasdschaw et al. 2000; Gopal, 2001) e a avaliação de progênies, mesmo em fase de *seedlings*, tem sido usada em programa de seleção recorrente para descarte inicial de combinações pouco promissoras (Brashaw et al. 2003). Assim, quando em alguma fase do programa estiver disponível um número maior de famílias, a seleção inicial entre elas deve ser recomendada.

#### **4.2 Ensaio da Safra de Inverno (geração C2)**

O resumo das análises de variância do ensaio da safra de inverno é mostrado na Tabela 5. O delineamento de lattice não mostrou-se eficiente, sendo a análise apresentada em blocos. Para todas as características avaliadas, houve diferenças significativas entre tratamentos pelo teste de F. A média geral do ensaio para as características também é apresentada na Tabela 5.

A média geral para produção de tubérculos (1403 g/planta) foi alta, uma vez que as condições ambientais favoreceram o bom desenvolvimento da cultura. O inverno da região do Sul de Minas Gerais, principalmente com temperaturas noturnas amenas, aliado às boas práticas de cultivo e irrigação, permitiu que as plantas expressassem seu potencial produtivo. Alguns clones chegaram a produzir mais de 2000 g/planta. Além das condições climáticas, a pequena dimensão das parcelas (2 plantas) permitiu menor competição entre plantas, considerando que as parcelas na linha de plantio estavam espaçadas de

0,50 m. Assim, as características porcentagem de tubérculos graúdos e peso médio de tubérculos graúdos também apresentaram média geral bastante elevada.

O peso específico de tubérculos apresentou média relativamente alta (1,0795), sendo que 49% da população apresentaram valores médios acima dos exigidos para a boa qualidade de tubérculos para fritura, que devem ser maiores que 1,080 (Gould, 1988). O peso específico de tubérculos apresenta alta correlação com o teor de matéria seca, que é responsável pela qualidade de fritura (tubérculos com maior porcentagem de matéria seca absorvem menos gordura no processo de fritura).

Quanto à nota de aparência de tubérculos, a média geral foi baixa, reflexo da utilização de genitores com aspecto ruim de tubérculos, evidenciando a maior importância a ser dada para este caráter no programa de melhoramento. Este problema também foi encontrado por Lambert & Pinto (2002), que apesar disso, conseguiram selecionar clones que combinaram alta produtividade de tubérculos, boa porcentagem de tubérculos graúdos e elevado peso específico, com boa aparência, trabalhando com população oriunda de cruzamentos de cultivares com espécies exóticas.

O consumidor brasileiro possui grande exigência quanto à aparência de tubérculos, preferindo cultivares com tubérculos alongados, de pele lisa e amarela e olhos superficiais. Cultivares para processamento não devem necessariamente apresentar tubérculos com esses padrões, exigindo-se formatos regulares e olhos pouco profundos, associados ao alto teor de matéria seca e ao baixo teor de açúcares redutores. Essa última característica está relacionada com a cor do produto após a fritura (altos teores promovem o escurecimento indesejável). Vários clones apresentaram formato que são adequados para processamento em forma de *chips* (tubérculos redondos) ou em palitos (tubérculos alongados).

As estimativas das herdabilidades no sentido amplo são mostradas na Tabela 5. Os valores foram altos para todos caracteres, exceto para aparência de tubérculos. A avaliação para este caráter é bastante subjetiva, dependendo da preferência visual do melhorista, justificando o coeficiente de variação mais alto e a herdabilidade mais baixa apresentados.

A partir das médias do ensaio, foram selecionados 50 clones considerando a média principalmente para os caracteres produção de tubérculos, porcentagem de tubérculos graúdos, peso específico e aparência de tubérculos, utilizando os níveis independentes de eliminação.

Por exemplo, clones com boa produtividade mas com média muito baixa para qualquer uma das outras características foram eliminados. Novamente a aparência de tubérculos teve grande peso para descarte de clones. Os 10 clones mais produtivos do experimento, com média de 2186 g/planta e 85% de tubérculos graúdos (40% mais produtivos que os clones selecionados), não foram selecionados pela má aparência de tubérculos (média de nota igual a 1,9). Entretanto, foi possível selecionar clones com bons valores médios para os vários caracteres.

Quanto ao ciclo e ao vigor de plantas, características não usadas como critérios para a seleção (apenas as parcelas com plantas de vigor muito baixo foram descartadas), torna-se oportuno realizar alguns comentários. Recentemente, um estudo realizado no programa de melhoramento da UFLA, por Silva (2004), mostrou que clones mais tardios foram mais produtivos que clones mais precoces. O autor sugere que uma estratégia possível de ser adotada para aumento da produtividade da cultura da batata em regiões tropicais, é a seleção visando o aumento do ciclo vegetativo.

TABELA 5. Resumo das análises de variância para as características produção de tubérculos por planta, porcentagem de tubérculos graúdos, peso médio de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, vigor de planta, aparência de tubérculos e ciclo vegetativo (DAE: dias após emergência). Lavras, inverno de 2003.

FV	GL	Quadrado Médio						
		Produção de tubérculos (g/planta)	% de tubérculos graúdos	Peso médio de tubérculos graúdos (g)	Vigor de planta	Peso específico de tubérculos ( $\times 10^{-4}$ )	Aparência de tubérculos	Ciclo vegetativo (DAE)
Clones	168	513913,7**	512,88**	4082,65**	1,36**	1,6600**	1,164**	107,71**
Erro	300	95555,5	158,54	1223,38	0,35	0,4660	0,484	33,47
Média		1403,0	79,00	160,00	3,37	1,0795	2,000	102,00
CV <sub>e</sub> (%)		22,0	15,90	21,91	17,45	0,6300	34,380	5,64
$\sigma^2_G$		139452,7	118,11	953,09	0,338	0,398	0,226	24,74
$h^2_a$		0,81	0,69	0,70	0,74	0,71	0,58	0,68

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F; <sup>a</sup>Intervalo de confiança para as estimativas das herdabilidades.

Segundo o trabalho, a maior produção dos clones tardios é devido ao crescimento vigoroso e a maior longevidade da parte aérea, que possibilita a formação de maior número de tubérculos por planta e maior taxa de tuberização ao longo do período de enchimento de tubérculos.

Com o propósito de verificar a influência do ciclo na população em seleção, foi realizado o desdobramento da análise de variância, a partir do agrupamento de clones, quanto à maturidade em dias após emergência e ao vigor de plantas. Para isso, escolheram-se os 11 clones mais tardios, os 10 mais precoces e os 11 com ciclo intermediário, procedendo-se, então, as análises de variância a partir das somas de quadrados das médias ajustadas dos clones. Houve diferença significativa entre médias dos grupos para todas as características (Tabela 6).

Na Tabela 7 verifica-se que o grupo mais tardio (grupo 3), com ciclo vegetativo médio de 112 dias após emergência (DAE), e o intermediário (grupo 2) (100 DAE), apresentaram médias de produção de tubérculos superiores à do grupo mais precoce (grupo 1) (88 DAE), em concordância com os resultados de Silva (2004). Contudo, existe variabilidade dentro de grupos para produção de tubérculos, observada através da significância do teste de F (Tabela 6).

Além disso, as correlações do ciclo com produção de tubérculos ( $r=0,33$ ) e porcentagem de tubérculos graúdos (0,10) não foram altas. Um resultado favorável aos clones mais tardios, é que estes apresentaram maior peso específico de tubérculos em relação aos outros dois grupos de maturidade (Tabela 7).

O mesmo procedimento foi realizado com vigor de plantas e os resultados são apresentados na Tabela 8. Houve diferença significativa entre grupos para todas características avaliadas. As médias dos grupos são apresentadas na Tabela 9, em que verifica-se a superioridade dos

TABELA 6. Resumos dos desdobramentos das análises de variância por grupos de clones, agrupados por ciclo, para as características ciclo vegetativo (DAE: dias após emergência), produção de tubérculos por planta, porcentagem de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos e vigor de planta. Lavras, inverno de 2003.

FV	GL	Quadrado Médio				
		Ciclo (DAE)	Produção de tubérculos (g/planta)	Porcentagem de tubérculos graúdos (%)	Peso específico de tubérculos ( $\times 10^{-4}$ )	Vigor de planta
Entre Grupos	2	4468,97**	1148293,80**	514,97*	8,10**	4,62**
Grupo 1	9	21,60 ns	580236,75**	572,95**	1,20**	2,19**
Grupo 2	10	0,25 ns	128967,29 ns	650,79**	1,90**	0,57 ns
Grupo 3	10	4,09 ns	862644,78**	623,18**	1,60**	0,82**
Erro	300	33,47	95555,51	158,54	0,50	0,35
CV (%)		5,64	22,03	15,96	0,63	17,45

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F; ns: não significativo.

materiais mais vigorosos para produção de tubérculos, porcentagem de tubérculos graúdos e peso específico de tubérculos. O vigor de plantas foi avaliado visualmente por meio de escala de notas em campo (nota 1: plantas pouco vigorosas e 5: bastante vigorosas), considerando também aspectos como arquitetura, sanidade de hastes e folhas.

TABELA 7. Médias dos grupos para as características ciclo vegetativo (DAE: dias após emergência), produção de tubérculos por planta, porcentagem de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos e vigor de planta. Lavras, inverno de 2003.

Grupos	Ciclo vegetativo (DAE)	Produção de tubérculos (g/planta)	Porcentagem de tubérculos graúdos (%)	Peso específico de tubérculos	Vigor de Planta
Grupo 3	112 a	1480 a	73 a	1,0862 a	3,2 b
Grupo 2	100 b	1478 a	79 a	1,0799 b	3,8 a
Grupo 1	88 c	1146 b	78 a	1,0762 c	3,1 b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott e Knott ( $p < 0,05$ ).

A correlação da característica foi alta com a produção de tubérculos ( $r=0,68$ ) e porcentagem de tubérculos graúdos ( $r=0,52$ ). De acordo com Silva (2004), existe alta correlação entre produção de matéria seca da parte aérea e produção de tubérculos.

#### 4.3 Ensaio da safra de verão (geração C-3)

Neste ensaio também houve diferença significativa para todos os caracteres avaliados. O resumo das análises de variância e as médias gerais são apresentados na Tabela 10.

Esse experimento não foi conduzido em condições ideais de cultivo, pois além das temperaturas mais elevadas do verão, não foi realizado o controle

TABELA 8. Resumos dos desdobramentos das análises de variância por grupos de clones, agrupados pelo vigor de planta, para as características e vigor de planta, produção de tubérculos por planta, porcentagem de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos e ciclo vegetativo (DAE: dias após a emergência). Lavras, inverno de 2003.

FV	GL	Quadrado Médio				
		Vigor de planta	Produção de tubérculos (g/planta)	Porcentagem de tubérculos graúdos (%)	Peso específico de tubérculos ( $\times 10^{-4}$ )	Ciclo Vegetativo (DAE)
Entre Grupos	2	54,69**	9726301,00**	4896,98**	4,90**	242,32**
Grupo 1	9	0,22 ns	77259,28 ns	493,64**	2,20**	227,66**
Grupo 2	10	0,02 ns	78011,97 ns	274,48 ns	1,10**	61,26 ns
Grupo 3	10	0,19 ns	613694,47**	58,37 ns	2,10**	33,75 ns
Erro	300	0,35	95555,51	158,54	0,50	33,47
CV (%)		17,45	22,03	15,96	0,63	5,64

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F; ns: não significativo.

químico de doenças foliares. Assim, as médias para os caracteres produção por planta, peso médio de tubérculos graúdos e peso específico de tubérculos foram mais baixas.

As altas temperaturas afetam o desenvolvimento da batata, reduzindo a produção de tubérculos e o teor de matéria seca dos tubérculos (Khedher & Ewing, 1985; Sarquís et al., 1996; Menezes et al., 1999). A média da redução da produção dos clones foi de 41%, da porcentagem de tubérculos graúdos de,



TABELA 9. Médias dos grupos para as características vigor de planta, produção de tubérculos por planta, porcentagem de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos e ciclo vegetativo (DAE: dias após a emergência). Lavras, inverno de 2003.

Grupos	Vigor de plantas	Produção de tubérculos (g/planta)	Porcentagem de tubérculos graúdos (%)	Peso específico de tubérculos	Ciclo Vegetativo (DAE)
Grupo 3	4,60 a	1480 a	89 a	1,0808 a	103 a
Grupo 2	3,02 b	1187 b	70 b	1,0737 b	102 a
Grupo 1	2,00 c	731 c	65 b	1,0746 b	98 b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott e Knott ( $p < 0,05$ ).

6,18% e para peso específico de tubérculos, 1,45%. Em princípio este último valor parece baixo, mas se tomarmos um clone com média de 1,080 de peso específico no inverno, e se esta teve uma redução de 1%, a média no verão, de 1,0692, é um valor muito abaixo do desejado para qualidade de tubérculos.

Além da redução da produção, as altas temperaturas promovem o aumento da incidência de tubérculos com defeitos fisiológicos (Hooker, 1990; Menezes et al, 1999).

Isso ocorreu no ensaio, observando-se clones com grande incidência de defeitos, em até 20% de tubérculos com rachadura e 11% de tubérculos com embonecamento (crescimento secundário). A média geral foi de 4,38% de tubérculos rachados e de 1,95% de tubérculos com embonecamento (Tabela 10)

TABELA 10 Resumo das análises de variância para as características produção de tubérculos por planta, porcentagem de tubérculos graúdos, peso médio de tubérculos graúdos, vigor de plantas, peso específico de tubérculos, aparência de tubérculos, porcentagem de tubérculos rachados e porcentagem de tubérculos embonecados. Lavras, verão 2003/04.

FV	GL	Quadrado Médio							
		Produção de tubérculos (g/planta)	% de tubérculos graúdos	Peso médio de tubérculos graúdos (g)	Vigor de planta	Peso específico de tubérculos (x 10 <sup>-4</sup> )	Aparência de tubérculos	Tubérculos rachados (%) <sup>1</sup>	Tubérculos embonecados (%) <sup>1</sup>
Clones	59	113836,22**	364,38**	1849,12**	0,923**	1,7600**	0,631**	3,312**	1,306**
Erro	118	38443,00	92,38	1056,28	0,241	0,4100	0,229	0,892	0,63
Média		806,40	76,40	122,72	3,77	1,0647	2,80	4,38	1,95
CV <sub>e</sub> (%)		24,31	12,58	26,48	13,04	0,60	17,09	49,14	55,07
$\sigma^2_G$		25131,07	90,66	264,28	0,227	0,45	0,134	0,806	0,225
$h^2_a$		0,66	0,75	0,43	0,74	0,77	0,64	0,73	0,51

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F;

<sup>1</sup> dados transformados para  $\sqrt{x+1}$ .

Geralmente, sob temperaturas mais altas, as plantas de batata apresentam maior crescimento e desenvolvimento de parte aérea (Prange et al., 1990; Sarquís et al., 1996), fato que pode ser observado pelo aumento da média geral para a característica vigor de plantas, que foi de 3,37, no inverno e de 3,77, no verão (Tabela 5 e 10). As correlações entre vigor de plantas, produção de tubérculos ( $r=0,43$ ) e porcentagem de tubérculos graúdos ( $r=0,27$ ) foram mais baixas que na safra de inverno.

#### **4.4 Análise de variância conjunta das safras e seleção de clones**

Foi realizada a análise de variância conjunta a partir das médias dos experimentos individuais de 50 tratamentos que foram incluídos nos dois ensaios. O resumo das análises, bem como as médias e as estimativas das variâncias genéticas e da herdabilidade, são mostrados na Tabela 11.

Verifica-se que, principalmente para produção de tubérculos e vigor de planta, obteve-se um alto valor da estimativa do componente de variância devido à interação genótipos por ambientes, que foi, inclusive, superior à variância genética de tratamentos. Isso demonstra a grande diferença de classificação do desempenho de clones nos dois ambientes. Para o peso específico de tubérculos, o componente da interação foi de pequena magnitude, indicando a menor influência dos fatores ambientais para a característica.

Observa-se ainda na Tabela 11, que as estimativas das herdabilidades foram bem mais baixas do que as estimativas obtidas nos experimentos individuais. Isto porque em cada ambiente, o componente de variância genético ( $\sigma^2_G$ ) está inflacionado pela variância devido à interação com ambiente ( $\sigma^2_{G \times a}$ ).

Como o objetivo deste trabalho é a seleção de clones para adaptação às temperaturas mais altas, sem desconsiderar o desempenho sob condições ótimas, a próxima seleção na população remanescente foi realizada a partir da média dos

dois ensaios. Foram usados níveis independentes de eliminação, selecionando clones com produção de tubérculos por planta maior que 900 g/planta; porcentagem de tubérculos graúdos maior que 65%; nota de aparência de tubérculos maior que 2 e peso específico de tubérculos maior que 1,060. Além destes caracteres foram usadas às médias para porcentagem de tubérculos com rachadura e de tubérculos com embonecamento, obtidas na safra das águas.

Nas Tabelas 12, 13 e 14 são apresentadas as médias dos 20 clones selecionados, dos genitores e das testemunhas, nos ensaios da safra de inverno, de verão e nas médias dos dois ensaios, respectivamente.

Observa-se, na Tabela 12, que os clones selecionados apresentaram um bom desempenho na safra de inverno, com alta produção de tubérculos por planta, porcentagem de tubérculos graúdos e peso específico de tubérculos. Contudo, alguns valores de produção são bastante próximos ou inferiores à testemunha mais produtiva ('Asterix'). Neste ensaio as médias dos clones selecionados também não diferiram da média dos genitores para a maioria dos caracteres, exceto aparência de tubérculos e vigor de plantas. As médias dos clones foram superiores às das testemunhas para produção por planta, porcentagem de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos e vigor de plantas. Os clones selecionados foram um pouco mais tardios, com média de ciclo vegetativo de 102 DAE (dias após emergência), quando comparados às testemunhas (97 DAE).

Na safra de verão, a produtividade dos clones e dos genitores não diferiram das médias das testemunhas e dos clones não selecionados. O genitor CBM 16-16 teve média de produção bastante elevada (1542 g/planta). Os clones da família SR1 7 selecionados, são oriundos do cruzamento deste clone com a cultivar Atlantic, não adaptada às condições de clima tropical, mas bastante

TABELA 11. Resumo das análises de variância conjunta para produção de tubérculos por planta (PT), porcentagem de tubérculos graúdos (PTG), peso médio de tubérculos graúdos (PMG), peso específico de tubérculos (PET), vigor de planta (VP) e aparência de tubérculos (AT). Lavras, inverno de 2003 e verão 2003/04.

FV	GL	PT	PTG	PMG (g)	PET (x 10 <sup>-4</sup> )	VP	AT
Safra (S)	1	32618540,28**	2268,75**	104234,9**	185,340**	0,544 ns	6,660**
Tratamentos	49	188604,78**	386,43**	2413,98**	2,970**	0,176**	0,819**
Entre grupos	3	189217,21 ns	352,93*	1356,17 ns	5,980 **	0,740 ns	1,790**
Clones não selecion.	19	49393,79 ns	253,72**	1214,61 ns	1,020 **	0,520*	0,380 ns
Clones selecionados	19	57687,31 ns	124,78 ns	1346,53 ns	1,760**	0,750 **	0,243 ns
Testemunhas	2	377540,61**	432,84*	968,71 ns	0,790 ns	0,730 ns	0,054 ns
Genitores	6	210590,85**	58,46 ns	762,50 ns	0,140 ns	0,480 ns	0,359 ns
S x C	49	131700,99**	228,75**	1641,64*	0,723**	0,892**	0,504 ns
Erro médio	418	79432,83	139,86	1176,20	0,450	0,319	0,412
$\sigma^2_G$		9483,96	26,28	128,72	0,374	0,047	0,0528
$\sigma^2_{G \times S}$		26134,00	29,63	155,14	0,091	0,191	0,0306
$h^2_a$		0,30	0,40	0,32	0,76	0,24	0,38

\*\* e \* Significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F; ns: não significativo.

usada como matéria-prima pela indústria de *chips* no Brasil, devido ao alto teor de matéria seca.

Para esta última característica alguns clones apresentaram bom desempenho mesmo sob as condições adversas do verão, com média acima de 1,070, superior à das testemunhas (1,0547). Para porcentagem de tubérculos graúdos, os clones selecionados apresentaram média superior à das testemunhas (Tabela 13).

As características porcentagem de tubérculos com rachadura e embonecamento foram decisivas para a seleção de clones. Observa-se, na Tabela 13, que a média para porcentagem de tubérculos com rachadura dos clones selecionados (1%) foi menor que a dos clones não selecionados (5,9%). Apesar disso, a média dos clones selecionados não foi estatisticamente diferente das médias dos genitores (1,3%) e das testemunhas (3%). Quanto à porcentagem de tubérculos com embonecamento, a média dos clones selecionados (0,7%) não diferiu das demais (Tabela 13). Maior importância deve ser dada a essas características, pois como comentado anteriormente, muitos clones da população apresentaram elevada frequência de tubérculos com defeitos fisiológicos, e entre os clones selecionados, alguns apresentaram média bastante próxima à das testemunhas, que não foram selecionadas para adaptação às condições tropicais.

Na média dos dois ensaios (Tabela 14), os clones selecionados foram superiores às testemunhas para os caracteres produção de tubérculos por planta, porcentagem de tubérculos graúdos e peso específico de tubérculos, aparência de tubérculos e vigor de plantas. Principalmente para peso específico de tubérculos, nota-se uma diferença mais acentuada.

Observa-se que não houve ganho em relação aos genitores para os caracteres na média dos experimentos (Tabela 14), exceto para a nota de aparência de tubérculos. Para esta característica, houve uma grande melhoria da população,

TABELA 12. Média de vinte clones selecionados, dos genitores e das testemunhas para produção de tubérculos por planta (PT), porcentagem de tubérculos graúdos (PTG), peso médio de tubérculos graúdos (PMT), peso específico de tubérculos (PET), aparência de tubérculos (AT), vigor de plantas (VP) e ciclo vegetativo (CV: dias após emergência). Lavras, inverno de 2003.

Clone	PT (g/pl)	PTG (%)	PMG (g)	PET	AT	VP	CV
SR1 4-03	1737	90	155	1,0780	2,3	3,3	97
SR1 4-04	1479	92	180	1,0720	3,5	4,0	90
SR1 4-06	1460	74	126	1,0920	3,0	3,7	97
SR1 4-10	1638	89	170	1,0800	3,2	4,0	86
SR1 4-12	1709	93	209	1,0820	1,7	3,7	105
SR1 4-19	1898	85	220	1,0820	2,2	4,3	111
SR1 5-04	1534	69	131	1,0740	2,5	2,7	106
SR1 5-08	1424	77	160	1,0800	2,7	3,8	105
SR1 6-11	1690	87	141	1,0770	2,7	3,3	103
SR1 6-14	1858	87	151	1,0890	2,7	4,3	101
SR1 7-04	1635	96	238	1,0920	2,0	4,0	105
SR1 7-06	1374	82	138	1,0880	3,2	4,0	99
SR1 7-16	1691	83	194	1,0760	2,2	4,3	100
SR1 7-34	1182	81	116	1,0920	2,7	3,7	95
SR1 7-36	1632	89	193	1,0840	3,0	4,2	102
SR1 7-37	1359	88	132	1,1000	3,3	4,3	104
SR1 7-38	1588	96	178	1,0910	2,7	5,0	101
SR1 7-42	1377	88	161	1,0960	2,3	3,5	107
SR1 10-02	1608	89	149	1,0770	2,3	3,5	103
SR1 11-01	1227	78	121	1,0780	3,3	1,7	110

“...Continua...”

“TABELA 12, Cont.”

CBM 11-03	1317	76	148	1,0800	1,0	3,3	107
CBM 2-06	755	72	125	1,0840	1,3	2,7	107
CBM 3-26	1527	71	116	1,0790	2,5	4,2	87
CBM 4-15	1726	94	169	1,0770	2,3	3,8	102
CBM 4-16	1643	89	162	1,0790	2,3	2,8	98
CBM 22-19	1719	77	153	1,0750	2,0	3,2	110
CBM 16-16	1381	81	132	1,0820	2,7	3,5	100
Achat	619	54	113	1,0590	2,2	3,0	95
Asterix	1603	74	149	1,0760	2,3	3,2	108
Monalisa	923	79	148	1,0650	2,3	3,0	87
Clones sel.	1555 a	86 a	163 a	1,0840 a	2,7 a	3,8 a	102 a
Clones não sel.	1506 a	80 a	162 a	1,0814 a	2,6 a	3,9 a	103 a
Genitores	1438 a	80 a	143 a	1,0794 a	2,0 b	3,4 b	102 a
Testemunhas	1048 b	69 b	136 a	1,0667 b	2,3 b	3,1 b	97 b

Médias seguidas com a mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

que pode ser verificada pela superioridade da média dos clones selecionados (2,9) sobre a dos genitores (2,3). Os genitores do ciclo SR1 (clones codificados como CBM's) apresentam bom desempenho sob várias condições do sul de Minas Gerais (Lambert et al., 2003), porém muitos clones desta população não apresentam boa aparência de tubérculos, contribuindo para a baixa média da população gerada através do inter cruzamento.

As cultivares Atlantic e Chiquita e os clones CBM 16-16 e CBM 3-26, são genitores com boa média de aparência e contribuíram para a melhoria da população, gerando famílias com as maiores médias para a característica.



TABELA 13. Média de vinte clones selecionados, dos genitores e das testemunhas para produção de tubérculos (PT), porcentagem de tubérculos graúdos (PTG), peso médio de graúdos (PMG), peso específico de tubérculos (PET), aparência de tubérculos (AT), vigor de plantas (VP), porcentagem de tubérculos rachados (TR) e embonecados (TE). Lavras, verão 2003/04.

Clone	PT (g/pl)	PTG (%)	PMG (g)	PET	AT	VP	TR (%)	TE (%)
SR1 4-03	770	86	111	1,0641	3,0	3,3	0,0	1,0
SR1 4-04	873	49	96	1,0480	2,8	4,7	2,3	1,3
SR1 4-06	638	66	102	1,0885	2,8	3,3	0,0	0,0
SR1 4-10	950	82	137	1,0677	3,7	3,5	0,0	1,8
SR1 4-12	761	82	150	1,0638	2,7	3,3	0,0	1,4
SR1 4-19	763	67	102	1,0673	3,5	4,3	0,0	3,0
SR1 5-04	1125	90	145	1,0624	2,8	3,7	0,7	0,0
SR1 5-08	633	77	111	1,0690	3,5	3,8	2,9	0,0
SR1 6-11	743	80	117	1,0673	3,2	3,7	1,8	1,1
SR1 6-14	922	79	116	1,0734	3,0	3,5	0,8	0,0
SR1 7-04	989	79	136	1,0719	3,3	3,2	0,0	2,3
SR1 7-06	640	80	124	1,0648	2,7	3,5	1,4	0,0
SR1 7-16	718	83	124	1,0660	3,0	3,8	0,0	0,0
SR1 7-34	688	79	140	1,0561	3,3	3,5	1,3	0,0
SR1 7-36	1086	80	123	1,0726	3,3	4,7	3,4	0,0
SR1 7-37	887	82	113	1,0823	3,0	5,0	0,8	0,0
SR1 7-38	799	80	106	1,0690	3,0	4,0	3,1	1,3
SR1 7-42	760	87	133	1,0749	3,3	4,0	0,0	0,0
SR1 10-02	833	61	81	1,0627	2,5	3,5	0,0	0,0
SR1 11-01	661	57	88	1,0576	2,3	3,5	1,7	0,0

“...Continua...”

“TABELA 13, Cont.”

CBM 11-03	779	85	129	1,0602	2,8	4,7	1,6	3,1
CBM 2-06	596	82	115	1,0627	2,3	4,2	0,0	1,0
CBM 3-26	1003	78	108	1,0736	3,0	4,7	0,0	1,0
CBM 4-15	653	72	92	1,0687	2,0	4,5	0,0	0,0
CBM 4-16	810	84	162	1,0662	2,7	4,3	3,3	0,0
CBM 22-19	1133	72	99	1,0651	2,3	3,5	2,1	0,0
CBM 16-16	1542	78	123	1,0658	2,5	4,3	2,3	4,0
Achat	522	66	101	1,0530	2,8	2,5	0,0	2,6
Asterix	957	57	115	1,0563	2,7	3,8	4,6	4,7
Monalisa	891	87	136	1,0548	3,2	4,3	4,3	1,1
Clones sel.	812 a	76 a	118 a	1,0675 a	3,0 a	3,8 b	1,0 b	0,7 a
Clones não sel.	817 a	78 a	126 a	1,0650 a	2,7 b	3,7 b	5,9 a	1,9 a
Genitores	931 a	79 a	118 a	1,0660 a	2,5 b	4,3 a	1,3 b	1,3 a
Testemunhas	790 a	70 b	117 a	1,0547 b	2,9 a	3,6 b	3,0 b	2,8 a

Médias seguidas com a mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

O resultado positivo é que, mesmo realizando a seleção para vários caracteres simultaneamente, não houve redução da média da população quando comparada com as médias dos genitores (Tabela 14). Quando a seleção é feita para múltiplos caracteres, os ganhos são mais lentos sobre um caráter individual, entretanto esta redução é compensada por uma melhor distribuição de ganhos favoráveis nos demais caracteres (Cruz & Regazzi, 1997). Bradshaw et al. (2003) também encontraram ganhos modestos com a seleção recorrente para múltiplos caracteres, mas afirmaram que a seleção para resistência a doenças e para qualidade após três ciclos de seleção, já apresentou um grande avanço em

TABELA 14. Média de vinte clones selecionados, dos genitores e das testemunhas para produção de tubérculos por planta (PT), porcentagem de tubérculos graúdos (PTG), peso médio de tubérculos graúdos (PMT), peso específico de tubérculos (PET), aparência de tubérculos (AT) e vigor de plantas (VP). Médias de duas safras. Lavras, inverno 2003 e verão 2003/2004.

Clone	PT (g/pl)	PTG (%)	PMG (g)	PET	AT	VP
SR1 4-03	1253	88	133	1,0711	2,7	3,3
SR1 4-04	1176	71	138	1,0600	3,2	4,3
SR1 4-06	1049	70	114	1,0903	2,9	3,5
SR1 4-10	1294	86	153	1,0738	3,4	3,8
SR1 4-12	1235	88	180	1,0729	2,2	3,5
SR1 4-19	1330	76	161	1,0746	2,8	4,3
SR1 5-04	1330	80	138	1,0682	2,7	3,2
SR1 5-08	1029	77	135	1,0745	3,1	3,8
SR1 6-11	1217	83	129	1,0721	2,9	3,5
SR1 6-14	1390	83	133	1,0812	2,8	3,9
SR1 7-04	1312	87	187	1,0820	2,7	3,6
SR1 7-06	1007	81	131	1,0764	2,9	3,8
SR1 7-16	1204	83	159	1,0710	2,6	4,1
SR1 7-34	935	80	128	1,0741	3,0	3,6
SR1 7-36	1359	85	158	1,0783	3,2	4,4
SR1 7-37	1123	85	123	1,0911	3,2	4,7
SR1 7-38	1193	88	142	1,0800	2,8	4,5
SR1 7-42	1068	87	147	1,0854	2,8	3,8
SR1 10-02	1221	75	115	1,0699	2,4	3,5
SR1 11-01	944	67	105	1,0678	2,8	2,6

“...Continua...”

“TABELA 14, Cont.”

CBM 11-03	1048	81	138	1,0701	1,9	4,0
CBM 2-06	675	77	120	1,0733	1,8	3,4
CBM 3-26	1265	75	112	1,0763	2,8	4,4
CBM 4-15	1190	83	130	1,0729	2,2	4,2
CBM 4-16	1227	87	162	1,0726	2,5	3,6
CBM 22-19	1426	74	126	1,0700	2,2	3,4
CBM 16-16	1462	79	127	1,0739	2,6	3,9
Achat	571	60	107	1,0560	2,5	2,8
Asterix	1280	65	132	1,0662	2,5	3,5
Monalisa	907	83	142	1,0599	2,7	3,7
Clones sel.	1183 a	81 a	140 a	1,0757 a	2,9 a	3,8 a
Clones não sel.	1162 a	80 a	144 a	1,0733 a	2,7 a	3,8 a
Genitores	1185 a	79 a	131 a	1,0727 a	2,3 b	3,8 a
Testemunhas	919 b	69 b	127 a	1,0607 b	2,6 b	3,3 b

Médias seguidas com a mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

relação ao método de melhoramento anteriormente usado no programa. Isto porque a recombinação permite que nas gerações posteriores se tenha uma maior probabilidade de encontrar indivíduos superiores para outras características, como produção, sem que se preocupe muito com os demais caracteres, pois os genitores já apresentam média alta para eles.

#### 4.5 Avaliação experimento Carrancas Verão 2004 (C4)

No ano de 2004, a população SR1 selecionada foi avaliada juntamente com clones CBM em Carrancas – MG, na safra de primavera – verão. A Tabela

15 apresenta o resumo da análise de variância para todos os caracteres e mostra que os clones diferiram estatisticamente para todos os caracteres avaliados segundo o teste de F.

Observa-se que a média dos clones avaliados foi de 676, 59 g/pl, média abaixo da encontrada na safra de verão em Lavras. É demonstrado que as temperaturas elevadas diminuíram a produção de tubérculo devido ao aumento da temperatura noturna, fazendo com que a diferença entre as temperaturas noturna e diurna seja menor, conseqüentemente a planta respira mais e fotoassimila menos, causando uma queda na produção (Tabela 15).

As características porcentagem de tubérculos graúdos, peso médio de tubérculos graúdos e porcentagem de tubérculos graúdos embonecados, apresentaram valores maiores do que os encontrados em Lavras. A média da porcentagem de tubérculos embonecados no ensaio de Carrancas (18,13 %) foi bem superior à encontrado em Lavras (1,95 %). Já as notas de aparência de tubérculos e o peso específico de tubérculos foram maiores dos que os encontrados em Lavras na safra de verão(Tabela 15).

Os valores de CV apresentados no experimento estão de acordo a outros trabalhos realizados em batata. As estimativas de herdabilidade foram baixas, com exceção do peso médio de tubérculos graúdos (0,75) (Tabela 15).

A Tabela 16 apresenta as médias dos clones e das testemunhas. Observa-se que os clones SR1 7-37 e SR1 7-42 apresentaram os melhores desempenhos no experimento. O clone SR1 7-37 apresentou nota de aparência (3,0), bem próximo a média da testemunha Monalisa (3,1), e peso específico maior (1,080) que a testemunha Asterix (1,063). Em termos de produção, o destaque vai para os clones CBM 16-16 (964,90 g /pl) e o CBM 11-03 (870,00 g/pl), superando os clones SR1 7-37 e SR1 7-42, que apresentaram maior pontuação na soma dos índices quando se considera seleção para múltiplos caracteres.

TABELA 15 Resumo das análises de variância para as características produção de tubérculos por planta, porcentagem de tubérculos graúdos, peso médio de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, e aparência de tubérculos. Carrancas, verão de 2004.

FV	GL	Quadrado Médio					
		Produção de tubérculos (g/planta)	% de tubérculos graúdos ( $\times 10^{-2}$ )	Peso médio de tubérculos graúdos (g)	Peso específico de tubérculos ( $\times 10^{-4}$ )	Porcentagem de Tubérculo Embonecado	Aparência de tubérculos
Clones	37	48359,31**	4,495**	902,82**	2,8219**	923,57 **	0,2103**
Erro	73	21508,59	1,086	406,98	1,6058	403,308	0,1286
Média		676,59	58,91	129,25	1,068	18,13	2,48
CV <sub>e</sub> (%)		21,6	17,69	15,60	1,18	15,1	14,44
$\sigma^2_G$		8950,24	1,13	165,28	0,40	173,42	0,028
$h^2_a$		0,55	0,54	0,75	0,42	0,56	0,39

\*\* e \* Significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F; ns: não significativo.

O clone CBM 16-16 sempre é destaque nos experimentos quanto à produção na safra de verão, mostrando sua grande adaptação às condições tropicais. Outro fator que chama bastante a atenção é que a maioria dos clones apresentaram produção por planta acima das médias das testemunhas. A maioria dos clones apresentam porcentagem de tubérculos embonecados abaixo das testemunhas Asterix e Ágata, porém a cultivar Monalisa apresentou a menor porcentagem de tubérculos embonecados no experimento (2,30 %) (Tabela 16).

A maioria dos clones avaliados apresentou peso específico igual ou superior à cultivar Asterix, que é tida como padrão de batata para a indústria de pré-frita congelada.

Portanto, pode-se observar que os clones selecionados pela análise conjunta e avaliados em condições de verão neste experimento apresentam genótipos adaptados as condições de calor que superam as testemunhas na maioria dos caracteres, inclusive na aparência.

Os ganhos genéticos estimados, em relação à média da população de seleção (SR1), são apresentados na Tabela 17. Verificam-se os baixos ganhos estimados para produção de tubérculos, porcentagem de tubérculos graúdos e peso específico de tubérculos. No caso da porcentagem de tubérculos com rachadura e embonecamento, as estimativas dos ganhos foram bastante altas, com grande redução em relação à média da população. Como foi comentado anteriormente, estas últimas características foram bastante importantes como critério de seleção. O ganho pode ter sido abaixo do esperado devido a se ter utilizado a média da análise conjunta dos experimentos de inverno e verão.

#### **4.6 – Seleção de seedlings e da geração clonal 1 do ciclo SR2**

A seleção dos seedlings e da geração clonal 1 foi realizada visualmente. Das 197 famílias plantadas na geração seedling, foram selecionadas apenas 47

TABELA 16 Resumo das médias dos clones para as características: produção de tubérculos por planta, porcentagem de tubérculos graúdos, peso médio de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, e aparência de tubérculos e porcentagem de tubérculo graúdo embonecado. Carrancas, verão de 2004.

Clone	PT	PTG	PMG	PET	AT	TGE
SR1 2-02	536,83	41,0	138,16	1,064	2,1	24,60
SR1 4-03	665,83	60,0	110,53	1,064	2,3	9,60
SR1 4-04	786,83	63,3	127,43	1,054	2,5	17,30
SR1 4-06	658,33	50,6	126,16	1,074	2,5	27,30
SR1 4-10	887,73	62,6	156,26	1,070	2,3	29,60
SR1 4-12	516,00	62,3	108,70	1,062	2,3	39,00
SR1 4-19	655,00	47,6	117,23	1,069	2,5	5,60
SR1 5-04	788,60	54,6	121,90	1,064	2,8	6,60
SR1 5-08	795,33	64,6	158,26	1,074	2,1	25,30
SR1 6-11	685,20	62,3	129,66	1,064	2,5	12,00
SR1 6-14	858,46	36,0	98,26	1,071	2,6	11,00
SR1 7-04	532,50	70,6	136,46	1,067	2,6	30,60
SR1 7-06	646,86	57,3	123,20	1,070	2,5	8,30
SR1 7-14	636,67	61,7	135,87	1,075	2,5	42,70
SR1 7-16	512,40	60,3	115,63	1,067	2,3	8,30
SR1 7-20	729,06	73,6	143,96	1,062	3,0	11,30
SR1 7-30	743,70	55,0	127,70	1,062	2,6	9,30
SR1 7-32	758,33	82,6	134,20	1,068	2,8	6,60
SR1 7-34	554,93	33,3	119,370	1,062	2,3	13,00
SR1 7-36	718,33	81,0	143,60	1,067	2,5	17,30
SR1 7-37	794,16	74,0	147,80	1,080	3,0	15,60
SR1 7-38	461,66	72,3	156,70	1,069	2,3	12,30
SR1 7-42	771,66	72,3	139,20	1,078	2,5	6,60
SR1 7-50	792,50	68,3	154,86	1,061	2,3	12,30
SR1 7-51	542,03	56,0	105,80	1,076	2,3	9,30
SR1 7-55	582,13	73,6	164,90	1,062	2,1	18,00
SR1 10-02	689,16	59,3	100,10	1,060	2,5	0,00
SR1 11-01	771,03	43,6	114,90	1,112	2,6	19,00
SR1 11-10	441,20	43,0	103,33	1,060	2,5	12,00

“...Continua...”



“TABELA 16, Cont. “

CBM 2-06	640,00	64,3	126,26	1,079	2,0	14,60
CBM 3-26	645,93	51,6	117,26	1,066	2,3	35,00
CBM 4 -15	707,96	54,0	121,70	1,083	2,1	24,30
CBM 11-03	870,00	61,6	132,56	1,066	2,6	7,00
CBM 16-16	964,90	68,6	133,63	1,071	2,6	12,30
CBM 22-19	713,90	43,0	147,46	1,068	2,1	56,30
MONALISA	596,26	52,3	128,46	1,054	3,1	2,30
ASTERIX	488,10	41,0	148,90	1,063	2,5	48,30
ÁGATA	683,33	30,0	104,50	1,060	2,0	42,00

foram levadas em consideração, para o descarte as famílias com a maioria dos tubérculos com defeitos fisiológicos, olhos profundos, formato irregular, e as famílias que apresentavam número de tubérculos inferiores 30.

TABELA 17. Ganhos realizado (%) com a seleção dos clones para as características produção de tubérculos por planta, porcentagem de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, aparência de tubérculos, porcentagem de tubérculos com rachadura e embonecamento. Lavras, médias das safras de inverno e verão.

	PT (g/pl)	PTG (%)	PET	AT	TR (%) <sup>a</sup>	TE (%) <sup>a</sup>
m <sub>pop</sub>	1172	80	1,0745	2,8	3,5	1,3
m <sub>sel</sub>	1183	81	1,0757	2,9	1,0	0,7
h <sup>2</sup> <sub>a</sub>	0,30	0,40	0,76	0,38	0,73	0,51
Gs(%)	0,28%	0,5%	0,08%	1,3%	-52%	-24%

<sup>a</sup> Médias somente da safra de verão; m<sub>pop</sub>: média da população de clones; m<sub>sel</sub>: média dos clones selecionados.

Houve uma intensidade de seleção de 23,85% das famílias na geração *seedling*. Nesta seleção não foi realizado nenhum estudo endogâmico, porém é importante tecer alguns comentários sobre o assunto. Com o intuito de aumentar a base genética das famílias foram incluídas no ciclo 2 (SR2), 15 famílias de meios irmãos, porém apenas 1 família (SR2 18) dentre as 47 foram selecionadas. As demais famílias foram descartadas por apresentarem defeitos fisiológicos, má aparência de tubérculos ou por apresentarem número de tubérculos inferiores a 30.

Em batata ( $4x=48$ ) já foram realizados diversos estudos sobre a endogamia, os quais mostraram que nesta, por ser uma espécie tetraploide, a endogamia é mais acentuada. Portanto, essas 14 famílias podem ter sido descartadas pela manifestação da endogamia no vigor das sementes ou pela manifestação de alelos deletérios em relação à aparência e ao formato dos tubérculos.

Outro fato que merece comentário é que no momento dos cruzamentos entre os clones SR2 para gerar o ciclo 2, não foi tomado o cuidado de não cruzar clones da mesma família, evitando com isso a endogamia. Das 197 famílias, 20 foram formadas por cruzamentos entre indivíduos pertencentes a mesma família e apenas 5 famílias (SR2 8, SR2 23, SR2 24, SR2 34 e SR2 41) foram selecionadas na geração *seedlings*. Desta forma, a endogamia também pode ter se manifestado nessas famílias, expressando com isso os alelos deletérios.

As 47 famílias selecionadas foram plantadas em campo na geração clonal 1, totalizando por volta de 2000 clones. A seleção foi realizada em campo, descartando os clones com má aparência de tubérculos e com defeitos fisiológicos. Dos 2000 clones avaliados foram selecionados 368 clones (intensidade de seleção de 18 %).

Outro comentário importante que deve ser feito é sobre a seleção visual de clones. Os melhoristas que praticam a seleção visual usam como argumento entre outras coisas o elevado número de genótipos a serem avaliados e a dificuldade de mensurar todas as características a serem avaliadas. A seleção visual para caracteres quantitativos é mais difícil de ser aplicada, porém existe sucesso com seu emprego. O Scottish Crop Research Institute – SCRI – Escócia realiza todas as suas avaliações nos ciclos de seleção recorrente toda visualmente. Os escoceses avaliam anualmente 100.000 *seedlings*, sendo o descarte inicial e outras avaliações nas gerações subseqüentes feitas todas visualmente.

O maior argumento utilizado por eles para utilização da seleção visual é o sucesso obtido por eles no seu programa, para o qual anualmente, são lançadas 3 cultivares. Há instituições como a Embrapa Soja que utilizam da seleção visual para selecionar cultivares de soja, obtendo sucesso durante anos.

#### **4.7 Ensaio da safra de verão da geração clonal 2 do ciclo SR2**

Inicialmente é importante relatar que o experimento conduzido na Hortiagro – Ijaci teve problemas na sua condução. Houve um ataque de requeima que fez com que se perdessem vários clones. Dos 368 clones e duas testemunhas avaliados, foi possível apenas tomar dados de 291. Os 79 clones foram perdidos nas 2 repetições e de muitos dos outros clones só foi possível tomar dados de uma repetição.

Uma das possíveis explicações para o ataque de requeima foi a baixa temperatura e a elevada umidade juntamente com o fonte de inóculo da doença, uma vez que a Hortiagro produz sementes de tomate para comercialização. Havia outro experimento de batata ao lado que também sofreu perda de clones devido ao ataque da doença.

A Tabela 18 mostra o resumo da análise de variância do experimento. Os altos CVs indicam que o experimento teve problemas. Houve diferença significativa para todos os caracteres pelo teste de F. Os baixos valores na estimativa das herdabilidades ocorreram devido a esses problemas que aumentaram o erro experimental.

As médias dos clones são apresentadas na Tabela 18. A média geral da produção de tubérculos por plantas foi de 699,74 g/pl. A porcentagem de tubérculos graúdos apresentou média de 64 %. Além do experimento ter sido conduzido em época favorável ao estresse térmico, o que diminui a produção devido a altas temperaturas, principalmente a noturna, outro fator que pode ter contribuído para abaixar a média da produção por planta e a porcentagem de tubérculos graúdos foi o ataque de requeima, que devastou a parte área da planta, responsável pela fotossíntese; com isso, a produção e o enchimento dos tubérculos podem ter sido prejudicados, explicando a menor porcentagem de tubérculos graúdos e, conseqüentemente, menor produção.

A média da porcentagem de tubérculos graúdos embonecados também foi elevada (25,32 %), já a média da porcentagem de tubérculos graúdos rachados foi de 6,57 %. O peso específico de tubérculos apresentou média de 1,064. A média para aparência de tubérculos também foi bastante baixa, (1,52), Esses resultados mostram a forte influência do estresse térmico na população avaliada, apresentando média elevada para porcentagem de tubérculos graúdos embonecados e média baixa de peso específico e aparência de tubérculos.

A Tabela 19 apresenta os 20 melhores clones selecionados pelo índice da soma dos posto e das 2 testemunhas.

Em relação à produção de tubérculos por planta, todos os clones com exceção do clone SR2 37-5, superaram as testemunhas. Os clones superaram a testemunha Monalisa, produzindo o dobro dela, e outros quase o triplo.

TABELA 18 Resumo das análises de variância para as características produção de tubérculos por planta, porcentagem de tubérculos graúdos, peso médio de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, aparência de tubérculos, porcentagem de tubérculos rachados e porcentagem de tubérculos embonecados. Ijaci, verão 2005.

FV	GL	Quadrado Médio						
		Produção de tubérculos (g/planta)	% de tubérculos graúdos x (10 <sup>-2</sup> )	Peso médio de tubérculos graúdos (g)	Peso específico de tubérculos (x 10 <sup>-4</sup> )	Aparência de tubérculos	Tubérculos rachados (%) <sup>1</sup> x (10 <sup>-3</sup> )	Tubérculos embonecados (%) <sup>1</sup> x (10 <sup>-2</sup> )
Clones	290	139216,52**	5,736**	2118,98**	1,8731**	0,62269**	8,15706**	2,625998**
Erro	179	92538,97	2,621	1402,00	0,6629	0,36800	4,72730	1,418766
Média		699,74	64,03	129,42	1,0700	1,52	6,57	25,32
CV <sub>e</sub> (%)		43,47	25,28	28,93	8,18	39,54	6,68	10,74
$\sigma^2_G$		23338,77	1,5575	358,49	0,6051	0,1273	1,714	0,6036
$h^2_a$		0,33	0,54	0,33	0,64	0,40	0,42	0,45

\*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F;

<sup>1</sup> Dados Transformado:  $\sqrt{x+1}$ .

O grande destaque fica para o clone SR2 57-11, que apresentou elevada produção (1521,72 g/pl), 95 % de tubérculos graúdos, apenas 7 % de tubérculos graúdos embonecados, elevado peso específico (1,080) e nota de aparência 3, superando a testemunha Monalisa padrão de aparência de tubérculos (Tabela 20)

TABELA 19 Média dos 20 melhores clones selecionados pelo Índice da soma dos postos, para as características produção de tubérculos por planta, porcentagem de tubérculos graúdos, peso médio de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, aparência de tubérculos, porcentagem de tubérculos rachados e porcentagem de tubérculos embonecados. Ijaci, verão 2005.

Clones	Prod/Pl	% Graudo	PMG	% GE	% GR	Aparencia	PE
SR2 57-11	1521,72	95,0	105,71	7,0	0,0	3,00	1,080
SR2 12-4	1196,72	95,0	179,06	7,0	0,0	2,37	1,087
SR2 18-7	1071,72	92,0	119,79	13,0	0,0	2,37	1,081
SR2 18-6	1137,50	90,0	146,15	11,0	0,0	2,75	1,075
SR2 26-16	1471,72	93,0	146,88	7,0	0,0	1,87	1,071
SR2 26-17	931,25	88,0	165,00	0,0	0,0	2,25	1,082
SR2 41-8	1003,27	85,0	139,52	9,0	0,0	2,12	1,073
SR2 26-4	1087,50	86,0	114,47	6,0	0,0	1,25	1,071
SR2 57-2	1168,75	83,0	183,96	10,0	0,0	1,75	1,070
SR2 35-6	1768,75	93,0	200,00	0,0	0,0	2,75	1,062
SR2 55-11	1278,27	70,0	126,42	49,0	0,0	0,62	1,073
SR2 2-1	975,00	73,0	109,61	7,0	0,0	2,00	1,077
SR2 50-2	1075,00	87,0	139,98	0,0	0,0	2,50	1,067
SR2 35-10	1043,75	71,0	165,00	17,0	0,0	1,75	1,074
SR2 24-2	925,00	88,0	177,08	8,0	0,0	1,50	1,070
SR2 37-5	446,72	90,0	214,64	7,0	50,0	1,37	1,053
SR2 29-1	1087,50	78,0	125,82	7,0	0,0	1,50	1,069
SR2 26-11	1331,25	66,0	125,00	0,0	5,0	2,00	1,058
SR2 21-2	1325,00	76,0	124,72	0,0	0,0	2,50	1,066
SR2 53-2	1212,50	72,0	132,10	3,0	0,0	2,75	1,067
Asterix	800,00	82,0	118,33	17,0	0,0	1,75	1,066
Monalisa	565,77	96,0	172,85	9,0	0,0	2,75	1,052

É importante destacar o peso específico de tubérculos dos clones selecionados quando comparados às testemunhas, uma vez que os clones apresentaram elevado peso específico quando comparados principalmente com a cultivar Asterix, padrão de batata para fritura.

Com isso, mostra-se mais uma vez a grande influência do estresse térmico nos clones avaliados. A aparência de alguns clones selecionados também chama atenção por estes superarem as testemunhas ou por serem semelhantes a elas. Dentre os clones selecionados destaca-se a família SR2 26 que apresentou quatro clones entre os 20 melhores do experimento (SR2 26-04, SR2 26-11, SR 2 26-16 e SR2 26-17).

#### **4.8 Ganho estimado no ciclo SR2**

Os ganhos genéticos estimados em relação à média da população de seleção para o ciclo 2 de seleção (SR2), são apresentados na Tabela 20. Observa-se que houve ganho de seleção para todos os caracteres estudados. O maior ganho foi em relação à redução da porcentagem de tubérculos graúdos embonecados (23,67 %).

Com relação à produção, houve um aumento de quase 20 % em relação à média da população, mostrando que os clones selecionados apresentavam elevada produção, fato comprovado quando se comparam as médias dos 20 melhores clones com as testemunhas.

Houve ganhos expressivos também em relação a peso de tubérculos graúdos, aparência de tubérculos e redução na porcentagem de tubérculos graúdos rachados (Tabela 20).

TABELA 20 Ganhos estimados (%) com a seleção dos clones para as características produção de tubérculos por planta, porcentagem de tubérculos graúdos, peso médio de tubérculo graúdo, peso específico de tubérculos, aparência de tubérculos, porcentagem de tubérculos com rachadura e embonecamento. Safra verão 2005, Ijaci.

	<b>PT (g/pl)</b>	<b>PTG (%)</b>	<b>PMG</b>	<b>TGE (%)</b>	<b>TGR (%)</b>	<b>AT</b>	<b>PE</b>
<b>M<sub>pop</sub></b>	699.74	64.03	129.42	25.32	6.57	1.52	1.064
<b>M<sub>sel</sub></b>	1112,94	83,00	147,43	12,00	5,00	1,96	1.071
<b>h<sup>2</sup><sub>a</sub></b>	0.33	0.54	0.33	0.45	0.42	0,4	0.64
<b>GS (%)</b>	<b>19.48</b>	<b>15.99</b>	<b>4.59</b>	<b>-23,67</b>	<b>-10,03</b>	<b>11.57</b>	<b>0.42</b>

O peso específico, teve ganho de 0,42%, que pode ser considerado um bom ganho. Para que se entenda esse ganho são necessários alguns comentários. A cultivar Monalisa, mundialmente conhecida como batata de mesa, possui peso específico de 1,065. Essa cultivar não é recomendada para fritura devido ao baixo peso específico do tubérculo, que provoca maior absorção de gordura no momento da fritura. As cultivares Atlantic e Asterix que possuem aptidão para fritura, possuem peso específico de 1,075 e 1,080 respectivamente. Quando se compara o valor do peso específico da Monalisa com a das outras duas cultivares, o resultado são valores numéricos muito próximos. Porém, a cada 1% de aumento no peso específico ocorre um aumento no valor numérico de 0,005. Ou seja, se a Monalisa tivesse um aumento de 2%, ela teria aptidão para a fritura, assim como tem a cultivar Asterix. Em outras palavras, a Monalisa seria comparada à Asterix.



#### **4.9 Ensaio de inverno dos clones que formaram a geração SR0, clones SR0, clones SR1 e clones SR2.**

Esse experimento foi conduzido na safra de inverno, quando as condições ambientais são favoráveis ao cultivo da batata, com a intenção de caracterizar o desempenho dos clones em condições favoráveis.

A Tabela 21 apresenta o desdobramento da análise de variância entre os grupos avaliados. Não houve diferença significativa entre os grupos para todas as características avaliadas com relação ao teste de F.

Os clones do grupo 1 (testemunhas) só apresentaram diferença significativa entre si para peso específico e aparência de tubérculos. Os clones do grupo 2 (pais dos clones CBM) apresentaram diferença significativa para todas as características entre si. Os clones do grupo 3 (clones CBM) apresentaram diferença significativa entre si apenas para produção de tubérculos e peso específico. Já os clones do grupo 4 (clones SR1) não apresentaram diferença significativa entre si apenas para aparência de tubérculos e os clones do grupo 5 (clones SR2) apresentaram diferença em todas as características Tabela 21.

Deve-se chamar a atenção para a não significância do teste F entre os grupos avaliados no experimento. Todos os clones avaliados são adaptados a condições de cultivo em clima quente e o experimento foi conduzido em condições ideais para o cultivo (inverno no sul de Minas), sem estresse pelo calor. Outro fator que chama a atenção é de que os clones das populações avaliadas, além de mostrarem tolerância ao calor, foram responsivos à melhoria do ambiente. Outro fator que pode ter influenciado na não significância do teste é que os clones avaliados são provenientes de uma população.

A Tabela 22 apresenta os 20 melhores clones selecionados com base no índice da soma dos postos e as 4 testemunhas. Do total dos 20 melhores clones,

os grupos CBM e SR2 representam 40 % cada, e o grupo SR1, apenas 20 % dos melhores clones.

Os melhores clones, segundo o índice da soma dos postos, foram os clones CBM 24-06 e CBM 10-27. Porém avaliando apenas características individuais outros clones superaram esses dois, como os clones SR2 21-2 e SR2 35-6, que apresentaram a maior produção do experimento (2300 g/pl e 2156 g/pl respectivamente). Em relação à aparência de tubérculos, os clones SR2 35-5 e SR2 50-4 apresentaram nota média de 2,83 e 3,00, respectivamente, superiores às testemunhas com exceção da Ágata.

Em relação aos clones da população SR1, os clones SR1 7-08 e SR1 7-04 destacam-se quanto à aparência de tubérculos, apresentando notas elevadas (3,33 e 3,0, respectivamente), superando os SR2 anteriormente citados. É importante atentar para o detalhe de que todos os clones SR1 selecionados entre os 20 melhores são todos oriundos da mesma família (SR1 7). Os clones SR1 7-08 e SR1 7-04 apresentaram as maiores notas de aparência de tubérculos do experimento (Tabela 22).

No geral, quase a totalidade dos 20 clones selecionados superaram as testemunhas na maioria das características. Quando não, se assemelharam a elas.

Tabela 21 Médias dos grupos para as características produção de tubérculos por planta, peso médio de tubérculos graúdos, porcentagem de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos e aparência de tubérculos Lavras, inverno de 2006.

76

FV	GL	Quadrado Médio				
		Produção	Peso médio	% graúdos x (10 <sup>-4</sup> )	P.E.Tx (10 <sup>-4</sup> )	Nota x (10 <sup>-2</sup> )
Entre Grupos	4	163233,8 <sup>ns</sup>	691,82 <sup>ns</sup>	271,63 <sup>ns</sup>	1,046 <sup>ns</sup>	29,42 <sup>ns</sup>
Grupo 1	3	138211,38 <sup>ns</sup>	716,54 <sup>ns</sup>	195,36 <sup>ns</sup>	1,3051**	141,6667**
Grupo 2	7	330081,56**	2910,33**	1147,19**	1,1289**	137,2930**
Grupo 3	28	294571,83**	1697,46 <sup>ns</sup>	419,17 <sup>ns</sup>	2,3399**	57,6917 <sup>ns</sup>
Grupo 4	31	148281,68**	1486,16**	593,40**	1,3120**	50,7728 <sup>ns</sup>
Grupo 5	29	486672,86**	2283,68**	876,43**	0,9929**	68,0172**
Erro	201	74212,6	784,32	187,67	0,366	31,34
CV (%)		22,39	19,74	19,43	0,56	23,20

\*\* Significativo a 1 % de Probabilidade; \* Significativo a 5 % de probabilidade.

O grupo 1 são as testemunhas, o 2 são os pais dos CBM, o 3 os clones CBM (SR0), o grupo 4 os clones SR1 e o 5 os clones SR2

TABELA 22 Média dos 20 melhores clones selecionados pelo Índice da soma dos postos, para as características produção de tubérculos por planta, porcentagem de tubérculos graúdos, peso médio de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, aparência de tubérculos, porcentagem de tubérculos rachados e porcentagem de tubérculos embonecados. Inverno, Lavras, 2006.

Clones	Prod/pl	PMG	%G	PET	Aparência
CBM 24-06	1787,50	187,04	83	1,083	2,33
CBM 10-27	1741,66	188,49	85	1,081	2,00
SR2 57-2	1658,33	179,66	87	1,088	2,66
SR2 21-2	2300,00	171,18	87	1,082	2,33
SR1 7-16	1662,50	182,68	86	1,084	2,33
SR2 35-6	2156,25	174,65	81	1,083	2,66
CBM 8-26	1533,33	171,56	88	1,091	2,66
SR2 35-5	1684,72	183,87	84	1,076	2,83
SR2 50-4	1427,08	198,87	90	1,082	3,00
SR1 7-08	1481,25	185,34	91	1,073	3,33
CBM 4-48	1727,08	157,45	85	1,083	2,66
CBM 14-18	1708,33	176,18	90	1,068	1,83
CBM 9-10	1762,50	159,54	73	1,089	2,16
SR1 7-04	1406,25	162,34	92	1,089	3,00
SR2 50-2	1502,08	181,64	73	1,080	2,66
SR1 7-40	1425,00	182,19	88	1,074	2,50
CBM 3-26	1660,41	154,29	85	1,080	2,83
SR2 9-2	1483,33	159,70	68	1,095	2,50
SR2 24-3	1556,25	157,06	71	1,091	2,66
CBM 11-10	1566,66	149,83	86	1,079	3,16
MONALISA	991,66	164,82	71	1,062	2,66
ASTERIX	823,61	164,56	57	1,075	2,66
ATLANTIC	1338,89	134,33	66	1,070	2,00
AGATA	1039,58	142,91	76	1,060	3,66

#### **4.10 Ganho de seleção estimado entre os ciclos SR0, SR1 e SR2.**

Os ganhos com a seleção em relação aos ciclos foram estimados considerando a média dos sete melhores clones. Isso ocorreu porque no primeiro experimento, quando foram selecionados os clones, sete deles eram CBM, e com isso, utilizou-se o mesmo número de clones nas outras gerações para que não houvesse favorecimento de algum ciclo em relação a outro por possuir maior número de clones. Os ganhos foram estimados em relação à média dos experimentos de verão de cada ciclo. Em relação aos clones do ciclo SR1, foi usada a média do experimento de Lavras verão 2003/2004.

Deve-se justificar também que não foi excluído o efeito de local na estimativa do ganho entre os ciclos SR1 e SR2. Sendo assim o ganho está influenciado pela interação genótipos x ambientes, mas mesmo assim os ganhos são promissores.

Houve ganho no ciclo 1 em relação ao ciclo 0 para todas as características avaliadas (Tabela 23). Os maiores ganhos no ciclo 1 em relação ao ciclo 0 foram nas características porcentagem de tubérculos graúdos rachados e porcentagem de tubérculos graúdos embonecados, para os quais houve redução de 55,38 % e 37,69 % respectivamente, em relação à população base (Tabela 23). Esses ganhos foram expressivos devido à conhecida tolerância dos clones da população do ciclo 0 ao calor com a recombinação desses clones para formação do ciclo 1, foi possível aumentar a frequência dos alelos em relação a diminuição dos defeitos fisiológicos. Como esses caracteres não são freqüentemente avaliados em programas de melhoramento, esperava-se um ganho maior no momento da seleção.

Com a produção, que é um caráter que sempre levado em conta nos programas de melhoramento, o ganho foi menor, mas também expressivo para tal característica (3,1%) (Tabela.23). Isso demonstra maior adaptação da

população SR1 ao estresse ambiental devido, mais uma vez, ao aumento da frequência dos alelos.

O aumento da produção também ocorreu devido aos ganhos que ocorreram com a porcentagem de tubérculos graúdos e o peso médio de graúdos (5,08 % e 9,06 % respectivamente).

O peso específico teve aumento significativo, como já comentado anteriormente (0,56 %). Houve melhora também na aparência dos tubérculos (28 %) (Tabela 23), devido a inclusão no ciclo zero de clones com notas de aparência semelhantes às cultivares plantadas e com o maior cuidado em selecionar-se clones com boa aparência do ciclo SR1.

Os ganhos do ciclo SR2 em relação ao ciclo SR1 são também apresentados na Tabela 23. Houve ganho do ciclo SR2 em relação ao ciclo SR1 para todas as características, com exceção de porcentagem de tubérculos embonecados e aparência de tubérculos.

A característica porcentagem de tubérculos rachados teve redução de 100 % comparado com o ciclo SR1. Essa característica não se manifesta com a mesma frequência que o embonecamento, tendo média baixa na população. Contudo, os sete clones selecionados no ciclo SR2 não apresentam tubérculos rachados e com isso, houve redução de tubérculos rachados de 100% com relação ao ciclo SR1.

Em relação à produção, houve ganho de 24,03 %, resultado este semelhante ao encontrado por Gautney & Haynes, (1983), acompanhada de ganhos de 10,5 e 10,96 % para porcentagem de tubérculos graúdos e peso médio de tubérculos respectivamente (Tabela.23). O maior ganho de produção do ciclo SR2 em relação ao SR1, quando comparado com o ganho do ciclo SR1 em relação ao SR0, pode estar relacionado com o maior número de famílias e clones avaliados. No ciclo 1 foram selecionadas 16 famílias, enquanto no ciclo SR2,

197 famílias. Com o maior número de clones a ser avaliado aumenta o número de clones potencialmente mais produtivos para seleção.

TABELA 23. Estimativa do ganho entre os ciclos SR0, SR1 e SR2, Lavras, 2007.

<b>Geração</b>	<b>Pro/pl (g/pl)</b>	<b>%TG</b>	<b>PMG</b>	<b>%TGE</b>	<b>%TGR</b>	<b>PET</b>	<b>Aparência</b>
SR0	930,85	78,71	118,28	1,3	1,3	1,066	2,5
SR1	959,85	82,71	129,0	0,81	0,58	1,072	3,2
SR2	1190,55	91,4	143,15	7,85	0	1,078	2,39
<b>Ganho (GS)</b>							
C1 (SR0 – SR1)	3,1 %	5,08 %	9,06 %	-37,69%	-55,38%	0,56 %	28%
C2 (SR1 – SR2)	24,03 %	10,50 %	10,96 %	0	-100%	0,55 %	0



## **5 CONCLUSÕES**

Houve ganho genético em relação aos ciclos SR0 e SR1 para todas as características avaliadas e entre os ciclos SR1 e SR2, exceto para a porcentagem de tubérculos embonecados e aparência de tubérculos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARO, G. B. **Seleção precoce de clones de batata para caracteres do tubérculo**. 2002. 73 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ANTUNES, F. Z.; FORTES, M. Exigências climáticas da cultura da batata. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7, n. 76, p. 19-23, abr. 1981.

BASU, P. S.; MINHAS, J. S. Heat tolerance and assimilate transport in different potato genotypes. **Journal of Experimental Botany**, Cambridge, v. 42, n. 240, p. 861-866, July 1991.

BITTENCOURT, C.; REIFSCHEIDER, F. J. B.; MAGALHÃES, J. R.; FUROMOTO, O.; FEDALTO, A. A.; MARRQUELLI, W. A.; SILVA, H. R.; FRANÇA, F. H.; ÁVILA, A. C.; GIORDANO, L. B. **Cultivo da batata (*Solanum tuberosum* L.)**. Brasília: EMBRAPA/CNPH, 1985. 20 p. (Instruções Técnicas, 8).

BRADSHAW, J. E. Potato improvement at SCRI by multitrait genotypic recurrent selection.. In: SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS. Seleção recorrente no melhoramento de plantas, 9., 2005, Lavras, Anais... Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2005. p. 9-28.

BRADSHAW, J. E.; DALE, M. F. B.; MACKAY, G. R. Use of mid-parent values and progeny tests to increase the efficiency of potato breeding for combined processing quality and disease and pest resistance. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 107, n. 1, p. 36-42, June 2003.

BRADSHAW, J. E.; TODD, D.; WILSON, R. N. Use of tuber progeny tests for genetical studies as part of a potato (*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*) breeding programme. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 100, n. 5, p. 772-781, May 2000.

BURTON, W. G. Challenges for stress physiology in potato. **American Potato Journal**, Orono, v. 58, n. 1, p. 3-14, Jan. 1981.

CARVALHO DIAS, C.A. **Cultura da batata**. Campinas: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 1993. 33p. (Documento Técnico da CATI, 65).

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1997. 390 p.

CUNHA, W.G. **Seleção recorrente em feijão do tipo carioca para porte ereto**. 2005. 130 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FEDALTO, A. A. **Avaliação da produtividade de tubérculos de plantas oriundas de sementes sexuadas de batata (*Solanum tuberosum L.*) e da primeira geração de propagação vegetativa**. 1982. 70p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FONTES, P. C. R.; FINGER, F. L. Dormência dos tubérculos, crescimento da parte aérea e tuberização da batateira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 197, p. 24-29, mar./abr. 1999.

FOOD AGRICULTURAL ORGANIZATION. 2005. Disponível em: <[www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org)>. Acesso em: 15 dez. 2006.

GAUTNEY, T. L.; HAYNES, F. L. Recurrent selection for heat tolerance in diploid potatoes (*Solanum tuberosum* subsp. *phureja* and *stenotomum*). **American Potato Journal**, v.60, p.537-542, 1983.

GAWRONSKA, H.; DWELLE, R. B.; PAVEK, J. J.; ROWE, P. Partitioning of photoassimilates by four potato clones. **Crop Science**, v.24, n.6, p. 1031-1036, 1984.

GOPAL, J. Progeny selection for agronomic characteres in early generations of potato breeding prgramme. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 95, n. 3, p. 307-311, Aug. 1997.

GOPAL, J. Genetic parameters and character associations for family selection in potato breeding programmes. **Journal of Genetics e Breeding**, Rome, v. 55, n. 3, p. 201-208, Sept. 2001.

GOULD, W. A. Quality of potatoes for chip manufacture. In: AMERICA. SYMPOSIUM POTATO QUALITY INDUSTRY NEEDS FOR GROWTH, 1988, Grand Forks. **Proceedings...** Grand Forks: Potato Association, 1988. p. 10-20.

HALL, A. E. Breeding for heat tolerance. **Plant Breeding Reviews**, New York, v. 10, p. 129-168, 1992.

HALL, A. E. **The mitigation of heat stress**. 2003. Disponível em: <[www.plantstress.com/articles./index.aps](http://www.plantstress.com/articles./index.aps)>. Acesso em: 2004.

HARRIS, P. M. Water. In: HARRIS, P. M. **The potato crop: the scientific basis for improvement**. London: Chapman & Hall, 1978. Cap. 6, p. 244-277.

HAWKES, J. G. **The potato evolution, biodiversity and genetic resources**. London: Belhaven, 1990.

HAWKES, J. G. Origins of cultivated potatoes and species relationships. In: BRADSHAW, J. E.; MACKAY, G. R. (Ed.). **Potato Research**. Cambridge: CAB International, 1993. p. 3-42.

HAWKES, J. G. Origins of cultivated potatoes and species relationships. In: BRADSHAW, J. E.; MACKAY, G. R. **Potato Genetics**. Wallingford: CAB International, 1994. p. 3-42.

HAYNES, K. G. Variance components for yield and specific gravity in a diploid potato population after two cycles of recurrent selection. **American Journal of Potato Research**, v.78, p.69-75, 2001.

HIJMANS, R. J. Global distribution of the potato crop. **American Journal of Potato Research**, Orono, v. 78, n. 6, p. 403-412, Nov./Dec. 2001.

HILL, U.; PIETERSE, L. World catalogue of potato varieties. **Agrimedia** GmbH, Bergen/Dumme, Germany, 2005

HILLER, L. K.; THORNTON, R. E. Management of physiological disorders. In: ROWE, R.C. **Potato health management**. St. Paul: APS, 1993. 125p.

HOOVER, W. J. **Compendium of potato diseases**. St. Paul: APS, 1990. 125 p.

KHEDHER, M. B.; EWING, E. E. Growth analyses 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, Oct. 1985.

LAMBERT, E. S. **Estratégias para o melhoramento da batata para condições tropicais**. 2004. 142 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

LAMBERT, E. S.; PINTO, C. A. B. P. Agronomic performance of potato interspecific hybrids. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 2, n. 2, p. 179-188, 2002.

LAMBERT, E. S.; SILVA, R. V.; PINTO, C. A. B. P.; LEITE NETO, C. M. Estabilidade de clones de batata oriundos do cruzamento entre genitores tolerantes ao calor. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2., 2003, Porto Alegre. **Anais..** Porto Seguro: Sociedade Brasileira de Melhoramento. 2003.

LEVY, D. Cultivated *Solanum tuberosum* L. as a source for the selection of cultivars adapted to hot climates. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v. 61, n. 3, p. 167-179, July 1984.

LEVY, D.; KASTENBAUM, E.; ITZHAK, Y. Evaluation of parents for heat tolerance in the early generations of a potato (*Solanum tuberosum* L.) breeding program. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 82, n. 2, p. 130-136, July 1991.

MALIK, N. J.; DWELLE, R. B.; THORNTON, M. K.; PAVEK, J. J. Dry matter accumulation in potato clones under seasonal high temperature conditions in Pakistan. **American Potato Journal**, Orono, v. 69, n. 10, p. 667-677, Oct. 1992.

MANRIQUE, L. A.; BARTHOLOMEW, D. P.; EWING, E. E. Growth and yield performance of several potato clones grown at three elevations in Hawaii: I. Plant morphology. **Crop Science**, Madison, v. 29, n. 2, p. 363-370, Mar./Apr. 1989.

MARINUS, J.; BODLAENDER, K. B. A. Response of some potato varieties to temperature. **Potato Research**, Wageningen, v. 18, n. 2, p. 189-201, 1975.

- MENEZES, C. B. de; PINTO, C. A. B. P. Efeitos de temperaturas altas na produção da batata e escolha de parentais para o melhoramento visando a seleção de clones tolerantes. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA ESAL/UFLA, 8.; SEMINÁRIO DE AVALIAÇÃO DO PIBIC/CNPq, 3., 1995, Lavras. **Resumos...** Lavras: UFLA, 1995. p. 115.
- MENEZES, C. B.; PINTO, C. A. B. P.; NURMBERG, P. L.; LAMBERT, E. S. Avaliação de genótipos de batata (*Solanum tuberosum* L.) nas safras “das águas” e de inverno no Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 4, p. 777-784, out./dez. 1999.
- MENEZES, C. B.; PINTO, C. A. B. P.; NURMBERG, P. L.; LAMBERT, E. S. Combining ability of potato genotypes for cool and warm season in Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 1, n. 2, p. 145-157, 2001.
- MIDMORE, D. J.; PRANGE, R. K. Sources of heat tolerance amongst potato cultivars, breeding lines, and *Solanum* species. **Euphytica**, Wageningen, v. 55, n. 3, p. 235-245, June 1991.
- MOMENTÉ, V.G. **Comparação entre diferentes tipos de famílias clonais para o melhoramento genético da batata**. 1994. 84 p. Dissertação (Mestrado em genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- MSTAT-C. **A software program for the design, management and analysis of agronomic research experiments**. Michigan: Michigan State University, 1991. Software.
- MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the method Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Citology**, Alexandria, v.7, n.1, p. 40-51, 1978.
- ORTIZ, R. The state of the use of potato genetic diversity. In: COOPER, H.D.; SPILLANE, C.; HODGKIN, T. (Ed.). **Broadening the genetic base of crop production**. Wallingford: CABI, 2001. p.181-200.
- PLAISTED, R. L.; PETERSON, L. C. Two cycles of phenotypic recurrent selection for high specific gravity. **American Potato Journal**, v. 40, p.397-402, 1963.

PINTO, C. A. B. P.; BENITES, F. R. G. Melhoramento da batata para condições tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS. Melhoramento de plantas visando a tolerância a estresses abióticos, 10., 2006, Lavras **Anais...** Lavras. Universidade Federal de Lavras: xx, 2006. p.58-77.

PINTO, C. A. B. P.; LAMBERT, E. S. Potato clones resistance to early and late blight. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 2, n. 2, p. 189-196, 2002.

PINTO, C. A. B. P.; VALVERDE, V. I. R.; ROSSI, M. S. Eficiência da seleção nas primeiras gerações clonais em batata (*Solanum tuberosum* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 5, p. 771-778, maio 1994.

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, June 1990.

REYNOLDS, M. P.; EWING, E. E. Heat tolerance in tuber bearing *Solanum* species: a protocol for screening. **American Potato Journal**, Orono, v. 66, n. 1, p. 63-75, Jan. 1989.

ROWELL, A. B.; EWING, E. E.; PLAISTED, R. L. Comparative field performance of potatoes from seedling and tubers. **American Potato Journal**, Orono, v. 63, n. 4, p. 219-227, Apr. 1986.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**: version 8. Cary, 2000. Software.

SANFORD, L. L.; LADD JR, T. L. Genetic transmission of potato leafhopper resistance from recurrent selection populations in potato *Solanum tuberosum* L. gp. *tuberosum*. **American Potato Journal**, v.64, p.655-662, 1987.

SARQUÍS, J. I.; GONZÁLES, H.; BERNAL-LUG, I. Response of two potato clones (*Solanum tuberosum* L.) to contrasting temperature regimes in the field. **American Potato Journal**, Orono, v. 73, n. 7, p. 285-300, July 1996.

SILVA, F. L. **Descrição morfofisiológica de clones de batata precoces e tardios visando a adaptação a condições tropicais**. 2006. 82p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SILVA, L. A. S. **Duração do ciclo vegetativo e sua relação com o potencial produtivo de genótipos de batata.** 2004. 106 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SILVA, L. A. S.; PINTO, C. A. B. P. Duration of the growth cycle and the yield potential of potato genotypes. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 5, p. 20-28, Mar. 2005.

SIMMONDS, N. W. The potential of potatoes in the tropics. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v. 48, n. 4, p. 291-295, July 1971.

TAI, G. C. C. Effectiveness of visual selection for early clonal generation seedlings of potato. **Crop Science**, Madison, v. 15, n. 1, p. 15-18, Jan./Feb. 1975.

VAN DAM, J.; KOOMAN, P. L.; STRUIK, P. C. Effects of temperature and photoperiod on early growth and final number of tuber in potato (*Solanum tuberosum* L.). **Potato Research**, Wageningen, v. 39, n. 1, p. 51-62, Feb. 1996.

VAN DER ZAAG, D. E.; BURTON, W. G. Potential yield of the potato crop and its limitations. In: CONFERENCE SURVEY PAPERS, 7., 1978, Warsaw. **Proceedings...** Warsaw, Poland: EAPR, 1978. p. 7-22.

VAN KEULEN, H.; STOL, W. Agro-ecological zonation for potato production. In. HAVERKORT, A. J.; MACKERRON, D.K.L. (Ed.). **Potato ecology and modelling of crops under conditions limiting growth.** Dordrecht: Kluwer Academic, 1995. p. 357-371.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento.** Ribeirão Preto: SBG, 1992. 496 p.

WREGE, M. S.; HERTER, F. G.; PEREIRA, A. S.; CARAMORI, P. H.; GONÇALVES, S. L.; BRAGA, H. J.; PANDOLFO, C.; MALTZENAUER, R.; CAMARGO, M. B. P.; BRUNINI, O.; STEINMETZ, S.; REISSER JUNIOR, C.; FERREIRA, J. S. A.; SANS, L. M. A. **Caracterização climática das regiões produtoras de batata no Brasil.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 35p. (Documentos, 133).



WOLF, S.; OLESINSKI, A. A.; RUDICH, J.; MARANI, A. Effect of high temperature on photosynthesis in potatoes. **Annals of Botany**, New York, v. 65, n. 2, p. 179-185, Nov. 1990.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)