



MÁRCIO LISBOA GUEDES

**SELEÇÃO DE CLONES DE BATATA PARA
APARÊNCIA DE TUBÉRCULOS E
RESISTÊNCIA AOS VÍRUS PVX E PVY**

LAVRAS - MG

2014

MÁRCIO LISBOA GUEDES

**SELEÇÃO DE CLONES DE BATATA PARA APARÊNCIA DE
TUBÉRCULOS E RESISTÊNCIA AOS VÍRUS PVX E PVY**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Melhoramento Genético de Plantas de Importância na Região, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. César Augusto Brasil Pereira Pinto

LAVRAS - MG

2014

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Guedes, Márcio Lisboa.

Seleção de clones de batata para aparência de tubérculos e
resistência aos vírus PVX e PVY/ Márcio Lisboa Guedes. – Lavras :
UFLA, 2014.

64 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: César Augusto Brasil Pereira Pinto.

Bibliografia.

1. *Solanum tuberosum* L. 2. Melhoramento genético de plantas.
3. Características agrônômicas. I. Universidade Federal de Lavras.
II. Título.

CDD – 635.213

MÁRCIO LISBOA GUEDES

**SELEÇÃO DE CLONES DE BATATA PARA APARÊNCIA DE
TUBÉRCULOS E RESISTÊNCIA AOS VÍRUS PVX E PVY**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Melhoramento Genético de Plantas de Importância na Região, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 24 de julho de 2014.

Dr. Arione da Silva Pereira EMBRAPA

Dr. Adriano Teodoro Bruzi UFLA

Dr. César Augusto Brasil Pereira Pinto
Orientador

LAVRAS-MG

2014

A Deus.

OFEREÇO

A toda minha família e amigos pelo carinho, apoio e suporte.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, sem Ele nada seria possível.

Aos meus pais, Ana Angélica e Mauro, e aos meus irmãos Fernando, Marcelo e Felipe, pelo apoio em todos os momentos de minha vida.

À Universidade Federal de Lavras e ao programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, pela oportunidade concedida.

Ao meu orientador, professor César A. Brasil Pereira Pinto, pela orientação, pelos ensinamentos transmitidos e pela confiança em todos os momentos da pós-graduação.

Aos professores de Pós-Graduação, pelos ensinamentos e conselhos que muito ajudaram.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos, tornando possível a realização deste trabalho.

Aos companheiros do grupo PROBATATA, Guilherme, Izabel, Danilo, Otávio, Carol, Ramon, pela amizade e convivência.

A todos os amigos do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Keijo, Cinthia, Scheila, Marcela, Josiel, Chadreque, Letícia, pelas horas de estudos, diversão, convivência, aprendizado e amizade.

Aos funcionários Lilian, Dona Iron e Du, por estarem sempre dispostos a ajudar.

RESUMO

Cultivares resistentes a doenças e que apresentem boa aparência dos tubérculos e caracteres agronômicos desejáveis são essenciais para atender as exigências do produtor bem como do mercado. A obtenção de essas cultivares é foco dos programas de melhoramento de batata, a fim de beneficiar a cadeia produtiva nacional. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar e selecionar clones de batata, com boa aparência dos tubérculos, alta produtividade e resistência aos vírus PVY e PVX e estimar as capacidades combinatórias dos genitores. Foram realizados cruzamentos entre quatro cultivares comerciais com boa aparência de tubérculos (Ana, Monalisa, Caesar, Mondial) com nove clones do programa de melhoramento da UFLA comprovadamente resistentes ao PVY e ao PVX. Os clones obtidos foram avaliados para caracteres agronômicos, aparência de tubérculos e presença dos alelos Ry_{adg} e $Rx1$ que conferem resistência extrema ao PVY e PVX, respectivamente. Foi utilizado o método dos níveis independentes, para selecionar os genótipos de interesse comercial e, também, estimar a capacidade de combinação dos genitores. Com este trabalho permitiu-se identificar clones portadores dos alelos Ry_{adg} e $Rx1$, com boas características agronômicas e adequadas aos segmentos *in natura* e processamento industrial. A cultivar Ana e os clones CMA-399 e CMA-385 destacam-se, pelos efeitos positivos de capacidade geral de combinação, na produção de tubérculos e a cultivar Monalisa se destaca pelos efeitos positivos de CGC para a aparência geral de tubérculos.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum* L. Melhoramento genético de plantas. Características agronômicas.

ABSTRACT

Cultivars resistant to diseases and that present good tuber appearance and desirable agronomic traits are essential to meet the demands of the producer as well as of the market. The attainment of these cultivars is the focus of potato breeding programs, in order to beneficiate the national productive chain. This work was performed with the objective of evaluating and selecting potato clones, with good tuber appearance, high productivity and resistance to the PVY and PVX virus and estimating the combining capacities of the genitors. Crosses between four commercial cultivars with good tuber appearance (Ana, Monalisa, Caesar, Mondial) was performed with nine clones of the breeding program of UFLA, proven resistant to the PVY and PVX. The clones obtained were evaluated for agronomic traits, tuber appearance and the presence of both alleles *Ry_{adg}* and *Ry1*, which confer extreme resistance to the PVY and PVX, respectively. The method of independent levels was used to select the genotypes of commercial interest as well as to estimate the combining capacity of the genitors. With this work, we were allowed to identify clones bearing the *Ry_{adg}* and *Rx1* alleles, with good agronomic traits and adequate to the *in natura* segments and industrial process. The Ana cultivar and the CMA-399 and CMA-385 clones were highlighted for their positive effects of general combining capacity, in tuber production and, the Monalisa cultivar was highlighted for its positive effects of CGC for general tuber appearance.

Keywords: *Solanum tuberosum* L. Plant breeding. Agronomic traits.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Análise de variância para produtividade de tubérculos, produtividade de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, aparência geral de tubérculos, textura da periderme, profundidade de olhos e formato dos tubérculos dos tratamentos utilizados na PGC. Lavras 2014	38
Tabela 2	Análise de variância para produtividade de tubérculos ($g \times planta^{-1}$), produtividade de tubérculos graúdos ($g \times planta^{-1}$), peso específico de tubérculos, aparência geral de tubérculos, textura da periderme, profundidade de olhos e formato dos tubérculos dos tratamentos utilizados na SGC. Lavras 2014	39
Tabela 3	Médias dos tratamentos utilizados na SGC para produtividade de tubérculos, produtividade de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, aparência geral de tubérculos, textura da periderme, profundidade de olhos e formato dos tubérculos. Lavras 2014.....	42
Tabela 4	Quadrados médios e significância da análise dialética da PGC para produtividade de tubérculos, produtividade de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, aparência geral de tubérculos, textura da periderme, profundidade de olhos e formato dos tubérculos. Lavras 2014	44
Tabela 5	Estimativas da capacidade geral de combinação (gi) dos genitores do grupo de clones e cultivares da PGC para produtividade de tubérculos ($g \times planta^{-1}$), produtividade de tubérculos graúdos ($g \times planta^{-1}$), peso específico de tubérculos, aparência geral de tubérculos, textura da periderme, profundidade de olhos e formato dos tubérculos. Lavras 2014	45

Tabela 6 Médias dos clones selecionados na SGC e testemunhas para produtividade de tubérculos ($\text{g} \times \text{planta}^{-1}$), produtividade de tubérculos graúdos ($\text{g} \times \text{planta}^{-1}$), peso específico de tubérculos, aparência geral de tubérculos, textura da periderme, profundidade de olhos e formato dos tubérculos, como também presença dos alelos *Ry_{adg}* e *Rx1* e aptidão de mercado. (+) presença da banda, (-) ausência da banda. Presença do *RX1* para as cultivares Asterix e Atlantic (AHMADVAND et al., 2013).
Lavras 2014..... 48

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Importância da cultura da batata no Mundo e no Brasil	14
2.2	Melhoramento genético da batata para aparência dos tubérculos	16
2.3	Estimação das capacidades de combinação	19
2.4	Doenças viróticas e suas implicações na bataticultura	20
2.4.1	<i>Potato vírus Y (PVY)</i>	22
2.4.2	<i>Potato vírus X (PVX)</i>	24
2.5	Melhoramento visando à resistência ao PVY e ao PVX	24
3	MATERIAIS E MÉTODOS	28
3.1	Clones experimentais	28
3.2	Avaliação agronômica das gerações clonais	29
3.3	Extração de DNA e análise molecular	32
3.4	Análises estatísticas	33
4	RESULTADOS	36
4.1	Avaliação agronômica	36
4.2	Estimativas das capacidades de combinação	43
4.3	Análise molecular	46
4.4	Seleção dos clones	46
5	DISCUSSÃO	50
6	CONCLUSÕES	54
	REFERÊNCIAS	55
	APÊNDICE	64

1 INTRODUÇÃO

A safra brasileira de batata foi de 3,4 milhões de toneladas em 2013, sendo as regiões Sul e Sudeste responsáveis por 87% da produção nacional (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE, 2013). A produtividade por hectare brasileira 27,6 toneladas está abaixo de outros países como Estados Unidos e Holanda que são de, aproximadamente, 45 t.ha⁻¹ (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO, 2014; IBGE, 2013). Uma das razões para essa diferença se deve a condições climáticas mais adversas nos trópicos, principalmente, em relação às oscilações de temperatura. Outro aspecto que contribui para a baixa produtividade brasileira é a utilização de cultivares introduzidas que foram desenvolvidas para regiões de clima temperado. Como a produção nacional é dependente dessas cultivares, quando essas são submetidas às condições tropicais brasileiras, não expressam o potencial genético para produtividade e aparência dos tubérculos (SILVA, 2006).

Para os consumidores, a aparência dos tubérculos é um dos principais requisitos para a aceitação de novas cultivares. Tubérculos que apresentam boa aparência são os de melhor qualidade e, para a comercialização, os tubérculos de melhor aparência estão associados ao maior valor de venda do produto. As cultivares introduzidas, que hoje são as mais plantadas no Brasil, apresentam boa aparência dos tubérculos, no entanto, elas mostram deficiências para certos caracteres que não foram considerados durante a seleção nos países de origem. Como exemplo, a resistência a certas doenças como as viroses.

No Brasil são poucos os programas de certificação da batata-semente, pois menos de 30% das sementes são certificadas em relação ao vírus. De acordo com a Instrução Normativa nº 32 de 2012, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, o nível de tolerância permitido para o PVX (*Potato virus x*) e

PVY (*Potato virus Y*) durante a comercialização de batata-semente básica são 2% e 3%, respectivamente (BRASIL, 2012).

O PVY pertence ao gênero *Potyvirus* e pode ser transmitido por inoculação mecânica, por enxertia ou afídeos. Já o PVX pertence ao gênero *Potexvirus* e é transmitido por meio de inoculação mecânica e pelo contato entre plantas (PALUKAITIS, 2012). Quando esses dois vírus estão associados, provocam sintomas mais severos de mosaico rugoso, o que leva a um efeito direto na diminuição da produtividade da lavoura de 30 a 100%. O efeito indireto, reflete-se no aumento dos custos de produção pela necessidade dos produtores de comprarem, a cada plantio, batata-semente certificada para instalar suas lavouras (ÁVILA et al., 2009; TORRES et al., 1999).

A escolha de genitores é uma das atividades que exige grande habilidade e conhecimento dos melhoristas (RAMALHO et al., 2012). Esta escolha deve ser efetuada, de acordo com os objetivos de cada programa, sendo necessário conhecer o comportamento das características e a capacidade do genitor transferir alelos favoráveis. A escolha das melhores combinações híbridas, em um programa de melhoramento, pode ser realizada por meio da capacidade de combinação entre os genitores.

Nos programas de melhoramento de batata no Brasil buscam-se realizar cruzamentos entre genótipos com bons níveis de resistência a doenças, procurando reunir alelos de resistência a mais de um tipo de patógeno em uma mesma cultivar. Entretanto, na maioria dos casos, em genótipos de alta resistência apresenta-se desempenho inferior em características agrônômicas e qualitativas, principalmente, produtividade e aparência (JELLIS, 1992).

Com o programa de melhoramento da batata da UFPA vem-se trabalhando com resistência a viroses desde 1999. Vários clones foram identificados como imunes ao PVY (ANDRADE et al., 2009; GADUM; PINTO; RIOS, 2003; RIBEIRO et al., 2006) e aos PVX e PVY (SILVA;

PINTO; FIGUEIRA, 2000). Entretanto, esses clones, ainda, possuem um desempenho inferior comparado às cultivares encontradas no mercado, principalmente, em relação à aparência geral de tubérculos.

Por isso o desafio para os programas de melhoramento genético de batata consiste em disponibilizar genótipos que conferem resistência a doenças e que apresentam aparência dos tubérculos e caracteres agronômicos desejáveis sob condições tropicais e subtropicais. Essas cultivares nacionais poderiam fornecer matéria prima de qualidade para atender a indústria nacional de processamento, bem como o mercado de tubérculos para comercialização *in natura*, que, ainda, é o maior segmento do mercado consumidor do país. Dessa forma, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar e selecionar clones de batata, com caracteres agronômicos desejáveis, boa aparência de tubérculos e resistência aos vírus PVY e PVX. Também foram estimadas as capacidades de combinação dos genitores.

2 REFERENCIALTEÓRICO

2.1 Importância da cultura da batata no Mundo e no Brasil

A produção mundial de batata (*Solanum tuberosum* L.) em 2012 foi de 364 milhões de toneladas (Mt), sendo a produção liderada pela China com cerca de 85,3 Mt, seguida da Índia 45 Mt e, em terceiro, a Rússia com 29,5 Mt, esses três países são responsáveis por mais de um terço da produção total. O Brasil ocupa a 18ª posição com uma produção de 3,45 Mt (FAO, 2014).

A batata é o quarto alimento mais consumido no mundo, atrás do arroz, milho e trigo e produz uma maior quantidade de alimento por hectare do que cada um destes três cereais (THOMPSON et al., 2009). Ela apresenta constituintes importantes, como proteínas de alto valor biológico e digestibilidade e ocupa o terceiro lugar na relação proteína/caloria, ou seja, a quantidade de proteína existente em relação à massa energética do alimento.

A batata é um importante alimento, principalmente, como fonte de amido e proporciona energia oriunda dos carboidratos, além de ser totalmente livre de gorduras e colesterol. Cem gramas de batata fornecem cerca de 10% da demanda de tiamina, niacina, vitamina B6, ácido fólico e 50% da vitamina C para um adulto e 10% das necessidades recomendadas de proteína para uma criança, sendo importante para os países que procuram melhorar as dietas das pessoas em risco de desnutrição (GLENNON, 2013).

A safra brasileira de batata em 2013 foi 3,4 milhões de toneladas, com produtividade média de 27,6 t.ha⁻¹, sendo as regiões Sul e Sudeste responsáveis por 83% da produção nacional. Minas Gerais se destaca como principal produtor com produção de 1,27 Mt, e rendimento médio de 31,29 t.ha⁻¹, em segundo está o Paraná, seguido de São Paulo e Rio Grande do Sul (IBGE, 2013).

O mercado de batata no Brasil, basicamente, divide-se em três segmentos: (a) mercado *in natura* que se destina ao uso doméstico, sendo utilizada desde o preparo de saladas até massas e frituras; (b) indústria de chips e batata palha, que vem aumentando, consideravelmente, em volume e número de empresas na produção destes produtos; (c) indústria de batata pré-frita congelada, este é um segmento relativamente novo no Brasil e em que, ainda, predominam produtos importados.

Para o mercado *in natura* existe preferência dos consumidores por batata com periderme lisa e brilhante, com coloração amarela, olhos rasos, formato oval-alongado e polpa creme, ou seja, com boa aparência (HAYASHI, 2001).

Os principais atributos para genótipos que se destinem ao processamento de batata chips e palha são, basicamente, teor de matéria seca maior que 20%, teor de açúcares redutores menores que 0,3% de peso seco, formato arredondado e polpa clara (GRIZOTTO, 2005). No conceito de batata para processamento, a pele é de pouca importância.

As características dos genótipos destinados à batata palito pré-fritas congeladas são, praticamente, as mesmas atribuídas para batata chips e palha. Contudo, a cor da polpa, de preferência amarela e no formato do tubérculo deve ser alongada com tamanho acima de 75 mm de comprimento (POPP, 2005) e teor de açúcares redutores abaixo de 0,12% (STARK et al., 2003).

A principal característica de batatas destinadas ao processamento é, sem dúvida, o teor de matéria seca, tendo grande impacto sobre as diversas formas de processamento. Ele está diretamente relacionado com o rendimento do produto final e, também, reduz a absorção de óleo na fritura, refletindo em menor custo para a indústria e aumentando a qualidade final. O rendimento final da batata tipo palha ou chips e pré-frita, obtida com base em 100 kg de batatas selecionadas, fica em torno de 30 kg e 50 kg, respectivamente (GRIZOTTO, 2005; PÁDUA et al., 2010).

A batata é constituída por, aproximadamente, 80% de água e 20% de matéria seca; porém, nas condições brasileiras, o teor de matéria seca pode variar de 15 a 26%. Essa variação é condicionada, principalmente, por fatores genéticos, mas também é influenciada por condições ambientais (MELO, 1999; REZENDE, 2007). Existe correlação positiva entre o teor de matéria seca e peso específico dos tubérculos (KLEINKOPF et al., 1987). As cultivares de batata para processamento industrial de chips, batata palha e palitos devem apresentar peso específico de 1,080 a 1,095, que equivale a um elevado teor de matéria seca, entre 21,7 a 25% (PEREIRA, 2000).

2.2 Melhoramento genético da batata para aparência dos tubérculos

O desafio dos programas de melhoramento genético da batata no Brasil consiste em disponibilizar genótipos que atendam às exigências dos produtores e dos consumidores. Dessa forma, além da produtividade e tolerância a doenças exigidas pelo produtor, o melhorista deve avaliar, de maneira criteriosa, a aparência externa dos tubérculos e qualidade culinária, a fim de selecionar genótipos capazes de satisfazer as exigências dos consumidores.

A aparência é um dos principais requisitos para a aceitação de novas cultivares de batata no Brasil. Um exemplo foi a cultivar Aracy, que foi desenvolvida pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC). Apesar de ser produtiva e adaptada às condições tropicais, não foi aceita por apresentar aparência inferior à das cultivares estrangeiras. Tal fato levou a um redirecionamento do programa, em que se deixou de valorizar as características de rusticidade e adaptação em benefício da aparência dos tubérculos (MIRANDA FILHO; GRANJA, 2000).

Dentre as características que compõem a aparência do tubérculo, o formato, que é uma relação entre o comprimento e a largura, pode ser

classificado como redondo, oval ou alongado. Essa designação é calculada pelo índice de formato que é obtido pela fórmula: $IF = (DL/DT) \times 100$ e classificado por: $IF < 125$ (tubérculos de formato redondos); $125 > IF < 150$ (tubérculos de formato ovais); e $IF > 150$ (tubérculos de formato alongados) (CARMO et al., 2009). A batata destinada ao mercado *in natura* deve ter preferencialmente formato oval-alongado, enquanto, para o mercado de chips e palha, o ideal é que os tubérculos sejam redondos e, para batata pré-frita congelada, devem ser alongados e compridos.

A profundidade de olhos é, também, um importante componente da qualidade do tubérculo. Para a comercialização *in natura*, tubérculos com olhos profundos apresentam pior aparência e, no processamento, é sinônimo de desperdício durante o processo de descascamento. Existe um loco de efeito maior, chamado *Eyd*, localizado no cromossomo X de batatas diploides, cujo alelo dominante confere olhos profundos. Observa-se, ainda, que esse loco está distanciado a quatro cM do loco *Ro* que controla o formato redondo dos tubérculos. Portanto, tubérculos redondos apresentam maior probabilidade de terem tubérculos com olhos profundos (LI et al., 2005).

O tipo de periderme afeta diretamente a aceitação do produto *in natura* pelos consumidores, porém não é um entrave na aceitação de uma cultivar para a indústria. Essa é a característica que mais contribui para a decisão de compra de uma determinada cultivar, sendo algumas reconhecidas pela coloração ou textura de sua periderme (JEMISON; SEXTON; CAMIRE, 2008).

A periderme do tubérculo da batata é composta por três tipos de tecidos: (1) súber, (2) felogênio e (3) feloderme. Sua principal função é formar uma barreira efetiva ao redor do tubérculo, protegendo-o contra a ação de doenças, insetos, desidratação e danos físicos (LULAI, 2007). À medida que o tubérculo cresce em tamanho, a ação meristemática do felogênio permite o crescimento proporcional dos tecidos da periderme.

Basicamente a pigmentação da periderme das batatas cultivadas pode ser vermelha, púrpura ou branca. Em batatas diploides, a coloração vermelha e púrpura é controlada pelos alelos *R* e *P*, respectivamente. O alelo *I* é responsável pela distribuição de coloração no tubérculo. As batatas que não possuem o alelo funcional *I* apresentam periderme branca, independentemente dos alelos presentes no loco *R* ou *P*. Provavelmente, em batatas tetraploides, a diferença é a presença de um loco *D* no lugar do *I*, mas com a mesma função (DE JONG, 1991).

O processo de colheita pode ocasionar danos mecânicos na periderme dos tubérculos. Quando isso acontece, significa que a periderme está imatura e, conseqüentemente, não é o momento correto para se realizar a colheita. Após a dessecação das ramas da batateira, há a necessidade de se esperar, aproximadamente, 15 dias para o início da colheita. Durante esse período, as células do felogênio se espessam, deixando a periderme menos suscetível a fraturas (SABBA; LULAI, 2002).

Alguns componentes da aparência geral de tubérculos estão correlacionados geneticamente, sendo possível realizar seleção indireta nas primeiras gerações (KUMAR; GOPAL, 2006). Segundo Silva et al. (2007), a aparência de tubérculo correlaciona-se mais estreitamente com formato, curvatura, apontamento e sobrançelha de tubérculo, na geração *seedlings* (GS), e com uniformidades de formato e tamanho de tubérculo, na primeira geração clonal. Além disso, o caráter curvatura de tubérculo é o mais efetivo na seleção indireta para a melhoria da aparência, em ambas as gerações.

A seleção de clones, baseada na seleção visual, provavelmente, resultaria na perda de genótipos de grande potencial. Entretanto, os componentes individuais da aparência externa dos tubérculos evidenciam herdabilidade de magnitude superior à aparência geral, possibilitando, assim, maior eficiência na seleção (LOVE; WERNER; PAVEK, 1997).

A seleção nas gerações iniciais, começando na GS, é uma opção viável, possibilitando maior eficiência aos programas de melhoramento de batata (TAI; YOUNG, 1984). No entanto, devem ser definidos os caracteres mais eficazes de serem selecionados e a pressão de seleção a ser aplicada, para não correr o risco de eliminar genótipos que deveriam ser mantidos na população (SILVA; PEREIRA, 2011).

2.3 Estimação das capacidades de combinação

A escolha de genitores é uma das atividades que exige grande habilidade e conhecimento dos melhoristas (RAMALHO; FERREIRA; OLIVEIRA, 2012). Esta escolha deve ser efetuada, de acordo com os objetivos de cada programa, sendo necessário conhecer o comportamento das características e a capacidade do genitor transferir alelos favoráveis. A escolha das melhores combinações híbridas em um programa de melhoramento pode ser realizada por meio da capacidade de combinação entre os genitores.

A Capacidade geral de combinação (CGC) corresponde ao desempenho médio de um genitor em combinações híbridas. Já a capacidade específica de combinação (CEC) é quando o comportamento de combinações híbridas mostra-se superior ou inferior ao que seria esperado, com base no comportamento médio dos genitores (RAMALHO; FERREIRA; OLIVEIRA, 2012; SPRAGUE; TATUM, 1942).

Em batata, em diversos estudos foi utilizada a análise dialélica para estimar as capacidades geral e específica de combinação (BARBOSA; PINTO, 1998; NEELE; NAB; LOUWES, 1991; SILVA et al., 2009). A importância relativa da CGC e CEC dependem da constituição genética dos genitores envolvidos nos cruzamentos, da característica avaliada, do delineamento

experimental utilizado e, também, das condições ambientais (MANIVEL et al., 2010).

Quando há predomínio da CGC, o valor médio dos parentais poderia ser uma boa alternativa para prever o desempenho da progênie (BRADSHAW; MACKAY, 1994). Quando os pais relacionados estão envolvidos nos cruzamentos, a CEC tende a ser mais importante (NEELE; NAB; LOUWES, 1991). De modo geral, a importância da CGC e CEC dependerá da população e dos caracteres envolvidos no estudo (BRADSHAW; MACKAY, 1994; SILVA et al., 2009).

Os dialelos parciais envolvem a avaliação de genitores dispostos em dois grupos e seus respectivos cruzamentos (RAMALHO; FERREIRA; OLIVEIRA, 2012). Quando nem todas as combinações híbridas entre os genitores são obtidas, denomina-se dialelo desbalanceado. Em batata esse fato é comum em virtude da grande demanda de trabalho e tempo necessários para obtenção dos cruzamentos (NEELE; NAB; LOUWES, 1991).

2.4 Doenças viróticas e suas implicações na bataticultura

As cultivares mais plantadas no Brasil são introduzidas de países de clima temperado como (Holanda, França, entre outros). Elas apresentam ótima aparência de tubérculos e alta produtividade, o que lhes garante boa aceitação pelos consumidores e produtores. Por outro lado, mostram deficiências para certos caracteres que não foram considerados durante a seleção nos países de origem. Como exemplo, a resistência a certas doenças como as viroses.

Já foram descritas cerca de 60 doenças que afetam a cultura da batata, dentre essas, 34 causadas por fungos, um por oomiceto, sete em razão de bactérias, seis por nematoides e 12 causadas por vírus (HOOKER, 1981). As viroses não podem ser controladas quimicamente no campo, porque o controle

dos vetores de vírus com pesticidas não são eficientes na maioria dos casos. Portanto, batata-semente livre de vírus e cultivares resistentes formam a base para o controle de vírus na cultura (GEBHARDT; VALKONEN, 2001). Por a batata ser propagada, vegetativamente, facilita a disseminação de doenças juntamente com os tubérculos utilizados como sementes. O uso de batata-semente, com um grande número de multiplicações sucessivas, tem como consequência o acúmulo de vírus nos tubérculos resultando em um campo contaminado e inviabilizando a cultura.

A batata-semente se degenera rapidamente em função da incidência de doenças, principalmente, viróticas, exigindo frequentes renovações dos tubérculos para o plantio (DANIELS; PEREIRA, 2004). Um problema, relativo às doenças viróticas da batata, é que em países como o Brasil os programas de certificação da batata-semente são limitados, visto que menos de 30% é certificada. Desta forma, como maior parte da batata-semente é originária do próprio produtor, a disseminação das viroses adquire dimensões ainda maiores, pois os países tropicais e subtropicais possuem maior população de afídeos vetores, que se reproduzem, durante todo o ano, favorecendo a disseminação e estabelecimento das principais viroses em campos de produção (GALLOTTI; HIRANO; BERTOCINI, 1992).

No Brasil, as viroses mais importantes para a cultura da batata são: o enrolamento da folha da batata (*Potato leafroll virus* - PLRV), o vírus Y da batata (*Potato virus Y* - PVY), os latentes vírus X (*Potato virus X* - PVX) e o vírus S (*Potato virus S* - PVS) (SOUZA-DIAS, 1995). Porém, o PVY e o PLRV são mais importantes em todo o mundo e provocam graves danos à cultura (DANIELS, 2000).

Durante muito tempo, o PLRV foi o principal vírus responsável pela degenerescência das batatas produzidas em território nacional (SOUZA-DIAS, 1996). Entretanto, o PVY tornou-se o vírus mais importante para o Brasil, em

decorrência da introdução de estirpes mais agressivas, por meio de batata-semente importada em meados de 1994-1995 (MORAES; FIGUEIRA; SANTOS, 1997), de modo que o produtor brasileiro passou a ser onerado por novas perdas causadas por doenças viróticas.

Atualmente, o PVY é considerado, em muitos países, como o vírus mais prejudicial da batata, e seu efeito direto se traduz na diminuição da produtividade da lavoura de 30 a 100% e o indireto reflete-se no aumento dos custos de produção pela necessidade dos produtores de comprarem, a cada plantio, batata-semente para instalar suas lavouras (ÁVILA et al., 2009; DANIELS; PEREIRA, 2004; TORRES et al., 1999).

2.4.1 *Potato vírus Y (PVY)*

O vírus Y da batata (PVY) pertence ao gênero *Potyvirus* e à família Potyviridae. Possui RNA de fita simples, como ácido nucleico com, aproximadamente, 9,6 kb, e apresentam partículas alongadas, flexuosas e helicoidais, com 730 nm de comprimento por 11 nm de diâmetro (BROWN, 2001; SALAZAR, 1996).

O vírus pode ser transmitido por inoculação mecânica, por enxertia ou afídeos. Os vetores naturais mais importantes são *Myzus persicae* e *Macrosiphum euphorbiae* (BEEMSTER; BOKX, 1987). A transmissão por vetores ocorre de forma não persistente. A aquisição das partículas virais ocorre logo após alguns segundos de alimentação nos tecidos da epiderme da planta. O vírus fica associado ao estilete, não ocorrendo replicação viral no vetor, assim o tempo requerido para a aquisição e a transmissão leva apenas alguns segundos, não havendo período latente e dificultando, assim, o controle por meio de inseticidas.

Os sintomas variam desde infecção latente até a necrose pronunciada das folhas e morte das plantas. Essa gama de sintomas é em virtude da existência de diversas estirpes de PVY que são grupos definidos pela capacidade em infectar certas plantas indicadoras. As principais estirpes são o PVY^O ou estirpe comum, PVY^N ou estirpe necrótica e PVY^C (SALAZAR, 1996; SINGH, 2008). Com o auxílio de algumas técnicas laboratoriais, como o método sorológico DAS-ELISA, utilizando a técnica RT-PCR ou pelo uso de plantas indicadoras é possível fazer a diagnose de PVY para diferenciar as diversas estirpes (BALME-SINIBALDI et al., 2006).

A estirpe PVY^O ou comum, porque são mundialmente disseminadas, pode causar sintomas na infecção primária que variam de necrose em forma de riscas nas nervuras secundárias com formato de anéis necróticos de cor marrom escuro, mais comum na parte apical da planta. Já a infecção secundária, quando o vírus é perpetuado pela batata-semente, apresentam sintomas como plantas de tamanho reduzido, folhas com mosaico e necrose (SOUZA-DIAS, 2001).

A estirpe necrótica, PVY^N tem sido relatada na Europa, na África, na Nova Zelândia e na América do Sul (ELLIS; SMITH; VILLIERS, 1997), é assim designada por produzir severa necrose nas nervuras de *Nicotiana tabacum*. Em plantas de batata, os sintomas são geralmente mosaico leve com ondulação no limbo foliar e variação de amarelo internerval (HOOKER, 1981). A variante PVY^{NTN} causa sintomas mais severos, além do mosaico bastante evidente, causa anéis necróticos na superfície do tubérculo e foi descrita primeiro na Hungria (BECZNER; HORVATH; ROMHANYI, 1984; KARASEV et al., 2011).

Os sintomas da estirpe PVY^C podem aparecer na forma de mosaico brando e alguns isolados causam reações de hipersensibilidade em cultivares de batata. As plantas afetadas apresentam tamanho reduzido e podem ter morte

prematura, com perdas expressivas de produção (ELLIS; SMITH; VILLIERS, 1997).

2.4.2 *Potato virus X (PVX)*

O vírus X da batata (PVX) pertence ao gênero Potexvirus, apresenta genoma constituído por um RNA diretamente traduzível, com 6.435 nucleotídeos organizados em cinco ORFs, enquanto a capa proteica é formada por cerca de 1300 subunidades idênticas de proteína (AVESANI et al., 2007; KARPOVA et al., 2006).

A sua transmissão é feita por meio de inoculação mecânica e pelo contato entre plantas. Nas condições brasileiras, o PVX não induz sintomas na maioria dos casos, porém, pode induzir mosaico e redução do tamanho dos folíolos (HOOKER, 1981). Por outro lado, quando ocorre infecção conjunta com outro vírus, como o PVY, a combinação entre eles provoca sintomas severos de mosaico e algumas cultivares podem apresentar rugosidade e perdas na produção (PALUKAITIS, 2012).

2.5 Melhoramento visando à resistência ao PVY e ao PVX

A batata é uma espécie autotetraploide ($2n=4x=48$) com herança tetrassômica, apresentando segregação bem discrepante da herança dissômica, que ocorre em espécies diploides (SYBENGA, 1992). Nos autotetraploides cada alelo está representado quatro vezes, possibilitando a formação de cinco genótipos diferentes em função do número de alelos dominantes. Genótipos que possuem os quatro alelos dominantes são designados como quadriplex; aqueles que possuem três, dois ou um alelo dominante são chamados de tríplex, duplex e

simplex, respectivamente, e o genótipo que não apresentar nenhum alelo dominante é conhecido como nuliplex (GEBHARDT; VALKONEN, 2001).

A resistência ao PVY, na cultura da batata, é em razão da hipersensibilidade (HR) e da imunidade ou resistência extrema. A hipersensibilidade se caracteriza pela rápida necrose das células no sítio de invasão, induzida pela detecção da presença do patógeno, restringindo a sua expansão (SZAJKO et al., 2008). A resistência extrema é identificada pela baixa ou extremamente baixa acumulação do vírus. As plantas, geralmente, não apresentam sintomas e a multiplicação viral é reduzida (SWIEZYNSKI, 1994).

A reação de hipersensibilidade é conferida pelos alelos denominados *Ny*, e estão amplamente distribuídos nas cultivares de batata, encontrados, ainda, em híbridos das espécies *S. chacoense*, *S. demissum* e *S. microdontum* (GALARRETA, 1998). Por sua vez, resistência extrema que produz sintomas pouco visíveis ou não visíveis, é conferida por alelos *Ry* (FLIS et al., 2005).

Alguns alelos *Ry* foram localizados via mapeamento molecular dos cromossomos da batata. O alelo *Ry_{sto}*, derivado de *Solanum stoloniferum* e *Ry_{adg}* de *S. tuberosum* ssp. *andigena*, foi mapeado no cromossomo XII (FLIS et al., 2005) e XI da batata (HÄMÄLÄINEN et al., 1997), respectivamente. Esses alelos não são úteis na diferenciação das estirpes, porém são muito importantes para o melhoramento da cultura da batata. Uma das estratégias de melhoramento visando à resistência às viroses é o aumento da frequência dos alelos de resistência, facilitando os trabalhos de melhoramento (PINTO, 2003).

O melhoramento para resistência ao PVY é facilitado pelo fato do controle ser monogênico, alta herdabilidade e interação alélica dominante (MENDOZA; MIHOVILOVICH; SAGUMA, 1996). A resistência extrema, conferida pelo alelo *Ry*, proporciona resistência completa já na forma simplex (*Ryryry*) (SWIEZYNSKI, 1994).

Em um cruzamento realizado entre um genitor apresentando reação de resistência extrema ($Ry_ _ _$) com um genitor susceptível ($ryryryry$), resultará em uma relação de 1:1, se o parental for simplex; se o parental apresentar constituição duplex, apresentará uma relação 5:1 e 1:0, quando for triplex ou quadriplex. Essa proporção é observada sempre que o alelo estiver ligado ao centrômero, havendo, dessa maneira, somente segregação cromossômica. Se houver segregação cromatídica ou redução dupla, que é a ocorrência de cromátides irmãs em um mesmo gameta, haverá um excesso de descendentes recessivos, dando uma razão de 0,86:1, no caso de simplex; 3,67:1, em duplex; 27:1, para triplex e finalmente 1:0, no caso do genitor ser quadriplex (SOLOMON-BLACKBURN; BARKER, 2001).

Um marcador molecular SCAR, específico para o alelo Ry_{adg} tem sido utilizado com sucesso no auxílio a programas de melhoramento (KASAI et al., 2000). O conjunto de *primers* designado de RYSC3 amplifica um fragmento de DNA (321 pb) dentro desse alelo. Os autores testaram o marcador utilizando 103 clones de batata e cultivares, com grande diversidade genética, mostrando eficiência de 100% na detecção do referido alelo. Andrade et al. (2009) utilizaram o marcador SCAR para selecionar clones com múltiplas doses do alelo Ry_{adg} de populações provenientes do cruzamento de clones duplex ($RyRyryry$). Assim, identificaram alguns clones como fonte de resistência ao PVY que são promissores para serem usados em programas de melhoramento de batata.

A resistência ao PVX, da mesma forma como observado para o PVY, é baseada, principalmente, na hipersensibilidade conferida pelos alelos Nx e Nb , e pela resistência extrema, proporcionada pelos alelos da série Rx . Esses alelos apresentam herança monogênica, dominante e de alta herdabilidade (SOLOMON-BLACKBURN; BARKER, 2001).

Os alelos *Rx* foram identificados em acessos de *S. tuberosum* ssp. *andigena* e em *S. acaule*, recebendo a denominação de *Rx1* e *Rx2*, respectivamente, sendo mapeados nos cromossomos XII e V (COCKERHAM, 1970; RITTER et al., 1991). Baseado nessa informação foi desenvolvido um marcador molecular STS, específico para o alelo *Rx1*. O conjunto de *primers* designado de RxSP amplifica um fragmento de DNA (1230 pb) e está ligado ao *Rx1* a 1,3 cM (MORI et al., 2011; OHBAYASHI et al., 2010).

O Centro Internacional de La Papa (CIP) trabalha com melhoramento populacional para resistência, baseada na aplicação de ciclos de seleção recorrente com testes de progênies para o aumento da frequência dos alelos para imunidade ao PVY e PVX. Pelo programa de melhoramento da batata da UFLA vem-se trabalhando com resistência a viroses desde 1999. Vários clones foram identificados como imunes ao PVY e PVX (ANDRADE et al., 2009; GADUM; PINTO; RIOS, 2003; RIBEIRO et al., 2006; SILVA; PINTO; FIGUEIRA, 2000). Entretanto, esses clones desenvolvidos pelo programa, ainda, possuem um desempenho inferior comparado às cultivares encontradas no mercado, principalmente, em relação à aparência geral de tubérculos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Clones experimentais

Foram realizados cruzamentos na forma de dialelo parcial entre quatro cultivares comerciais com boa aparência de tubérculos (Ana, Monalisa, Caesar, Mondial) com nove clones com constituição genética duplex, triplex ou quadriplex, para o alelo *Ry_{adg}* e também portadores do alelo *Rx1* designados como CMA que foram selecionados por Andrade et al. (2009). Os clones provenientes desses cruzamentos foram identificados como MLG e as respectivas famílias clonais estão apresentadas na Tabela 1A.

Os clones CMA são oriundos do cruzamento entre OAS 3-30, gerado por Silva, Pinto e Figueira (2000), com JUG 2-20, gerado por Gadum, Pinto e Rios (2003), ambos identificados e selecionados por Ribeiro et al. (2006). Esses genótipos foram oriundos de clones selecionados para resistência aos vírus PVX e PVY introduzidos do Centro Internacional de la Papa - Cip (1989) (FIGURA 1). As cultivares Ana, Monalisa, Caesar e Mondial são oriundas dos cruzamentos C1750-15-95 x Asterix; Bierma A 1287 x Colmo; Monalisa x Rop B 1178; Spunta x SVP Ve 66295, respectivamente.

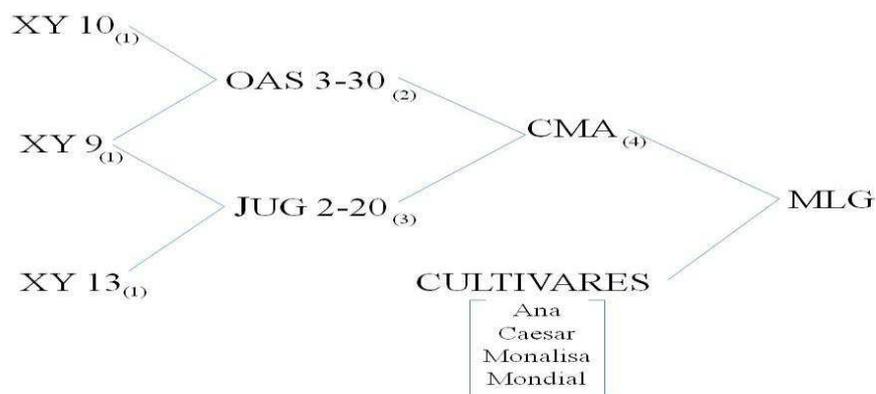


Figura 1 Genealogia dos clones experimentais (MLG). Clones identificados por: ⁽¹⁾ CIP (1989); ⁽²⁾ Silva, Pinto e Figueira (2000); ⁽³⁾ Gadum, Pinto e Rios (2003); ⁽⁴⁾ Andrade et al. (2009).

As sementes botânicas obtidas foram tratadas com ácido giberélico a 1500 ppm para quebrar a dormência e semeadas em bandejas plásticas, em casa de vegetação do Departamento de Biologia – UFLA, Lavras, MG no mês de agosto/2012. Após 20-30 dias, as plântulas foram transplantadas para vasos de 0,5 L. Os tubérculos de, aproximadamente, 2500 plântulas foram colhidos com 70 dias após o transplântio (geração *seedling*) e passaram por uma seleção para aparência geral de tubérculos, sendo descartados os clones com tubérculos de formato irregular e olhos profundos, restando, aproximadamente, 1221 clones.

3.2 Avaliação agrônômica das gerações clonais

Os clones selecionados para aparência foram submetidos a uma avaliação agrônômica em condições de campo na área experimental do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras - MG no período de maio a agosto de 2013, primeira geração clonal (PGC). Empregou-se o

delineamento de blocos aumentados (FEDERER, 1956), com 1221 clones, como tratamentos regulares, distribuídos em 33 blocos com 37 tratamentos cada. A parcela era constituída de duas plantas no espaçamento de 0,30 m x 0,80 m e como testemunhas foram utilizadas as cultivares Ana, Markies e Asterix. Os procedimentos agronômicos foram feitos como nos cultivos comerciais da região.

Após a colheita, foi realizada uma seleção massal estratificada geneticamente para aparência geral de tubérculos, tendo como referência as testemunhas. Foram descartados os clones com tubérculos de formato irregular e olhos profundos, sendo selecionados 477 clones, que, em seguida, foram submetidos às seguintes avaliações:

- a) Produtividade: produção total dividida pelo número de plantas da parcela (g x planta⁻¹).
- b) Produtividade de tubérculos graúdos: produção de tubérculos com diâmetro transversal acima de 45 mm, dividido pelo número de plantas da parcela (g x planta⁻¹).
- c) Peso específico de tubérculos (PET): determinado pela expressão $PET = \text{Peso no ar} / (\text{Peso no ar} - \text{Peso na água})$, obtidos em balança hidrostática.
- d) Aparência geral de tubérculos: nota média atribuída por três avaliadores, variando de 1 (tubérculos com má aparência) até 5 (tubérculos com ótima aparência) (LEPRE, 2009).
- e) Textura da periderme: avaliada visualmente e, também, pelo tato, por meio de notas variando de 1 (periderme áspera) até 5 (periderme lisa) (LEPRE, 2009).
- f) Formato de tubérculo: avaliado por notas visuais, atribuindo 1 (formato redondo), até 5 (formato alongado) (LEPRE, 2009).

- g) Profundidade de olhos (gemas vegetativas): avaliada por notas visuais, atribuindo 1 (olhos profundos), até 5 (olhos superficiais) (LEPRE, 2009).

Para classificação e seleção foram estimadas as médias ajustadas dos clones e empregado o método dos níveis independentes de eliminação, que se baseia no estabelecimento de níveis mínimos ou máximos para cada caráter, e posterior seleção dos clones cujo desempenho se enquadra nos limites pré-estabelecidos (RAMALHO; FERREIRA; OLIVEIRA, 2012). Procedendo desta forma, estabeleceu-se como limite mínimo a produção de tubérculos (g x planta-1), acima da média geral, em seguida, os clones foram separados de acordo com a aptidão culinária.

Os critérios para os clones destinados para o mercado *in natura* foram: formato oval-alongado, PET entre 1.06 e 1.075, aparência geral, textura da periderme, profundidade de olhos igual, ou melhor, às testemunhas. Para os clones com aptidão para o processamento industrial foram: profundidade de olhos igual, ou melhor, às testemunhas, PET maior ou igual à testemunha Asterix, que é uma cultivar utilizada pela indústria, e formato redondo no caso de chips e formato alongado no caso de palitos pré-fritos. Por meio desse método, foram selecionados 189 clones com aptidão de mercado, que em seguida, foram submetidos à análise molecular para presença do alelo *Ry_{adg}*.

A segunda geração clonal (SGC) foi cultivada no período de fevereiro a maio de 2014, após a realização do screening, por meio de marcadores moleculares, para identificar a presença do alelo *Ry_{adg}*. Nessa etapa foram identificados e selecionados 118 clones. Empregou-se o delineamento de blocos completos casualizados com três repetições com parcela de três plantas espaçadas de 0,30 m x 0,80 m. Também foram incluídos nesse experimento os genitores dos clones MLG (FIGURA 1). Como testemunhas foram utilizadas as

cultivares Asterix, Atlantic, Ágata e Cupido. Nesta fase foram analisadas as mesmas características avaliadas na PGC, sendo adotados os tratos culturais empregados em lavouras comerciais na região, desde o preparo do solo até o manejo das irrigações. Para classificação e seleção dos clones, de acordo com sua aptidão culinária, foi utilizado o mesmo método dos níveis independentes de eliminação, empregado na PGC, sendo selecionados 24 clones.

3.3 Extração de DNA e análise molecular

Os 189 clones selecionados por meio do método dos níveis independentes na PGC foram submetidos à análise molecular para detectar a presença do alelo *Ry_{adg}* pelo par de primers RYSC3, dos quais, foram identificados 118 clones com a marca (KASAI et al, 2000).

O DNA foi extraído com base no tubérculo, pelo protocolo proposto por Doyle e Doyle (1990) adaptado por Machado et al. (2002). A reação de PCR possuía um volume total de 12 µL, contendo: 1 µL de tampão para PCR 1X (10 mM de Tris-HCl, 50 mM de KCl, pH 8.3), 0,6 µL de Taq DNA polimerase; 1 µL de MgCl₂ (25 mM) mais dNTPs (10 mM); 2,25 µL dos primers (SCAR RYSC3); 2 µL do DNA genômico e água pura até completar o volume de 12 µL.

As amplificações foram realizadas em termociclador com a seguinte programação: 94 °C por 1 minuto; 33 ciclos de 94 °C por 1 minuto, temperatura de anelamento específica de 55 °C por 30 segundos, 72 °C por 1 minuto e terminando com 72 °C por 7 minutos. Os fragmentos foram separados em gel de agarose a 1% corado com brometo de etídio por 20 minutos. O gel foi fotografado em luz ultravioleta. Como testemunhas suscetíveis foram utilizadas as cultivares Chiquita e Monalisa e como testemunhas resistentes, os clones simplex XY14 e XY17, originados no CIP (Peru).

Os 24 clones selecionados na SGC, pelo método de níveis independente, foram submetidos à análise de presença do alelo Rx1 pelo par de primers RxSP (OHBAYASHI et al., 2010). As amplificações foram realizadas em termociclador com a seguinte programação: 94 °C por 1 minuto; 33 ciclos de 94 °C por 1 minuto, temperatura de anelamento específica de 47 °C por 30 segundos, 72 °C por 1 minuto e terminando com 72 °C por 7 minutos. Os fragmentos foram separados em gel de agarose a 1% corado com brometo de etídio por 20 minutos e o gel fotografado em luz ultravioleta. Como testemunha suscetível foi utilizada a cultivar Mona Lisa e como resistente, o clone XY10.

3.4 Análises estatísticas

Para a certificação da homogeneidade dos quadrados médios dos erros de todas as análises, foi aplicado o teste de Bartlett (RAMALHO; FERREIRA; OLIVEIRA, 2012). Os dados obtidos de todos os caracteres avaliados na PGC foram submetidos à análise de variância, conforme o modelo estatístico:

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

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

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

t_i : é o efeito fixo do i -ésimo tratamento comum ($i = 1, 2, 3$), mais o efeito fixo do i -ésimo tratamento regular dentro no j -ésimo bloco;

b_j : é o efeito aleatório do j -ésimo bloco;

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

Os dados da SGC foram submetidos à análise de variância, para cada caráter separadamente, conforme o modelo estatístico:

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

Em que:

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

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

t_i : é o efeito fixo do i -ésimo tratamento ($i = 1, 2, 3, 4, \dots$);

b_j : é o efeito aleatório do j -ésimo bloco;

e_{ij} : é o efeito aleatório do erro experimental do i -ésimo tratamento dentro do j -ésimo bloco, assumindo que os erros são independentes e normalmente distribuídos com média zero e variância σ^2 .

As médias dos clones selecionados na SGC foram agrupadas pelo teste de Scott e Knott (1974). Foram estimados o coeficiente de variação ambiental (CVe) e a acurácia seletiva \hat{r}_{gg} pela seguinte expressão (RESENDE; DUARTE, 2007).

$$\hat{r}_{gg} = \sqrt{1 - \frac{1}{F}}$$

F: valor do teste F de Snedecor para o efeito de tratamento associado à ANAVA.

Com as médias ajustadas dos clones da PGC, procedeu-se à análise dialélica, segundo o modelo IV de Griffing (1956) e as estimativas das capacidades gerais de combinação (CGC) e específicas de combinação (CEC) foram obtidas pelo software SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM

INSTITUTE - SAS INSTITUTE, 2000) pelo Proc IML. Foi estimado, também, o coeficiente de determinação (R^2) obtido pela razão entre a soma de quadrados das capacidades de combinação e a soma de quadrados de tratamentos.

4 RESULTADOS

4.1 Avaliação agronômica

A seleção massal estratificada na PGC, efetuada para aparência geral de tubérculos, manteve 477 clones, que representa um índice de seleção de, aproximadamente, 40%. O resumo da análise de variância da PGC para as características avaliadas é apresentado na Tabela 1. Quando se consideram todos os tratamentos, foi observado que só não houve diferença significativa para a aparência geral. Com o desdobramento dos graus de liberdade para tratamentos foi evidenciado que os tratamentos regulares não diferiram entre si para produção de tubérculos e aparência geral. Ao considerar somente as testemunhas, não houve diferença significativa para textura da periderme e profundidade de olhos.

Em média os tratamentos regulares e as testemunhas foram diferentes para todos os caracteres. Para produtividade a média dos tratamentos regulares foi 3% maior, para produtividade de tubérculos graúdos e aparência geral, essa superioridade foi de 22% e 9,4%, respectivamente. Em relação ao PET, os tratamentos regulares apresentaram um desempenho superior às testemunhas. O PET dos tratamentos regulares equivale a um conteúdo de 22% de matéria seca de tubérculos, enquanto para as testemunhas o conteúdo de matéria seca é de, aproximadamente, 21%. As batatas mais adequadas para fritura de boa qualidade devem apresentar teor de matéria seca acima de 18% (GRIZOTTO, 2005). Para os demais caracteres as testemunhas tiveram maior média (TABELA 1).

Para a SGC foi realizada a análise de variância para os mesmos caracteres avaliados na PGC (TABELA 2). Nas avaliações realizadas as estimativas de acurácia foram de média e alta magnitude (RESENDE; DUARTE, 2007), para todos os caracteres. Quando se consideram todos os

tratamentos, foram observadas diferenças significativas para todos os caracteres avaliados. No desdobramento dos GL dos tratamentos, para os clones MLG selecionados, pelo menos um clone diferiu dos demais para todas as características, o mesmo não ocorreu para os genitores utilizados nos cruzamentos. Para o grupo de genitores CMA não houve diferença significativa para os caracteres de produtividade e textura da periderme. Já as cultivares não diferiram apenas para profundidade de olhos e textura da periderme.

Tabela 1 Análise de variância para produtividade de tubérculos, produtividade de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, aparência geral de tubérculos, textura da periderme, profundidade de olhos e formato dos tubérculos dos tratamentos utilizados na PGC. Lavras 2014

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio						
		Produtividade (g x planta ⁻¹) (x 10 ³)	Produtividade de tubérculos graúdos (g x planta ⁻¹) (x 10 ³)	Peso específico (x 10 ⁻⁴)	Aparência geral	Textura da periderme	Profundidade de olhos	Formato dos tubérculos
Tratamentos	(479)	155,508*	158,786**	0,674**	0,232 ^{ns}	0,647**	0,360**	0,857**
Trat. Regulares	476	142,891 ^{ns}	138,529**	0,761**	0,222 ^{ns}	0,621**	0,463**	0,691**
Testemunhas	2	5.045,839**	5.778,570**	12,888**	7,059**	0,412 ^{ns}	0,043 ^{ns}	2,767**
Regulares vs Testemunhas	1	976,454**	531,915*	6,633**	6,752**	37,322**	68,333**	133,891**
Erro	94	116,400	90,264	0,249	0,184	0,220	0,165	0,089
Média Geral		949,35	741,88	1,081	2,99	2,97	3,07	3,67
Média Trat. Regulares		955,05	742,24	1,082	3,02	2,92	3,06	3,62
Média Testemunhas		927,44	607,65	1,077	2,76	3,10	3,38	4,32
Acurácia		50,11	65,72	9,36	45,64	81,25	73,63	94,65
CVe %		34,72	40,71	0,52	13,91	15,21	12,50	7,72

ns-não significativo, * - significativo a 5%, ** - significativo a 1%, pelo teste F.

Tabela 2 Análise de variância para produtividade de tubérculos (g x planta⁻¹), produtividade de tubérculos graúdos (g x planta⁻¹), peso específico de tubérculos, aparência geral de tubérculos, textura da periderme, textura da periderme, profundidade de olhos e formato dos tubérculos dos tratamentos utilizados na SGC. Lavras 2014

Fonte de variação	GL	Quadro Médio						
		Produtividade (x 10 ³)	Produtividade de tubérculos graúdos (x 10 ³)	Peso específico (x 10 ⁻⁴)	Aparência geral	Textura da periderme	Profundidade de olhos	Formato dos tubérculos
Bloco	2	26,99,301**	2.615,914**	3,935**	4,524**	4,109**	0,274*	0,714**
Tratamentos	(136)	279,547**	227,959**	1,806**	0,713**	0,917**	0,588**	1,224**
MLG	117	238,361**	214,226**	1,673**	0,668**	0,910**	0,564**	1,155**
CMA	5	66,941 ^{ns}	77,022 ^{ns}	1,456**	0,413**	0,095 ^{ns}	0,895**	1,743**
JUG+OAS	1	63,380 ^{ns}	63,380 ^{ns}	4,699**	0,042 ^{ns}	0,0669 ^{ns}	0,167 ^{ns}	0,074 ^{ns}
XY	2	629,846**	292,438**	1,457*	0,938**	1,148**	0,086 ^{ns}	1,716**
Cultivares	3	286,937*	226,451*	1,399*	0,731**	0,243 ^{ns}	0,039 ^{ns}	0,799**
Testemunhas	3	99,419 ^{ns}	167,043 ^{ns}	4,591**	1,817**	3,886**	1,269**	2,296**
MLG vs CMA	1	197,577 ^{ns}	145,537 ^{ns}	0,176 ^{ns}	5,079**	1,012**	0,426*	0,009 ^{ns}
MLG vs JUG+OAS	1	2.150,247**	817,647**	2,769**	0,312 ^{ns}	0,068 ^{ns}	0,267 ^{ns}	3,704**
MLG vs XY	1	1.516,939**	681,979**	1,743*	1,076**	0,989**	0,007 ^{ns}	0,157 ^{ns}
MLG vs Cultivares	1	1.463,415**	602,428**	4,301**	0,536*	0,263 ^{ns}	2,954**	5,365**
MLG vs Testemunhas	1	2.667,362**	1.825,382**	7,629**	0,161 ^{ns}	0,712*	1,435**	0,500*
Erro	272	85,808	66,199	0,450	0,108	0,107	0,090	0,084
Média Geral		902,89	616,13	1,070	3,34	3,10	3,20	3,37
Acurácia (%)		83,20	82,61	86,63	92,13	94,01	92,03	96,52
CVe %		31,97	41,19	0,63	9,82	10,52	9,39	8,60

^{ns} - não significativo, * - significativo a 5%, ** - significativo a 1%, pelo teste F.

Cada grupo de genitores tem uma característica de destaque, o interessante é comparar os clones experimentais com cada um desses grupos, e isso foi feito por meio de contrastes. Os clones XY, originados do CIP (Centro Internacional de la Papa), possuem *Solanum andigena* em sua genealogia sendo materiais mais primitivos. São resistentes aos vírus X e Y na condição simplex, além de serem resistentes à pinta preta (*Alternaria solani*) e tolerantes ao calor (CIP, 1989). Considerando o contraste MLG vs XY, observou-se desempenho superior dos clones MLG para todas as características exceto profundidade de olhos e formato dos tubérculos que não foi observado diferença (TABELAS 2 e 3). Destaque deve ser dado para os caracteres produtividade e produtividade de tubérculos graúdos, em que os clones MLG tiveram média 76% e 73%, respectivamente, aos clones XY. Estes apresentaram maior média somente para PET.

Deve-se destacar, também, o contraste MLG vs JUG+OAS, em que foram encontradas diferenças significativas para os caracteres relacionados à produção de tubérculos, peso específico e formato de tubérculos (TABELA 2). Nessa situação a média dos clones MLG foi 168% maior para produtividade, além disso, os clones apresentaram desempenho 130% e 30,8% superiores para produtividade de tubérculos graúdos e formato dos tubérculos, respectivamente (TABELA 3). Isso já era esperado, visto que os clones OAS 3-30 e JUG 2-20 foram selecionados em decorrência da condição duplex para o alelo *Ry_{adg}*, independente da produtividade, sendo utilizados como genitores para obtenção de progênies com alta proporção de clones resistentes (RIBEIRO et al., 2006).

Para o contraste MLG vs CMA, todos os caracteres relacionados à produção foram não significativos e os caracteres relacionados à aparência apresentaram diferenças, exceto para formato dos tubérculos. Para aparência geral de tubérculos, os clones MLG tiveram médias 17,4% superiores (TABELAS 2 e 3). É interessante ressaltar que os clones CMA foram

selecionados em virtude das condições duplex, tríplex e quadriplex para o alelo *Ry_{adg}*, bem como para os caracteres relacionados à produção de tubérculos, mas não para aparência geral de tubérculos (ANDRADE et al., 2009).

Outro desdobramento realizado foi para comparar o desempenho médio das cultivares utilizadas como genitores com os clones MLG (TABELA 2). Os dois grupos só não diferiram para textura da periderme, visto que para os caracteres de produção e peso específico a média dos clones MLG foi superior (TABELA 3). Isso, também, foi observado ao comparar os mesmos clones com outras cultivares, utilizadas como testemunhas, nessa situação só não houve diferença significativa para aparência geral (TABELA 2 e 3).

Tabela 3 Médias dos tratamentos utilizados na SGC para produtividade de tubérculos, produtividade de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, aparência geral de tubérculos, textura da periderme, profundidade de olhos e formato dos tubérculos. Lavras 2014

Tratamentos	MÉDIAS						
	Produtividade (g x planta ⁻¹)	Produtividade de tubérculos graúdos (g x planta ⁻¹)	Peso específico	Aparência geral	Textura da periderme	Profundidade de olhos	Formato dos tubérculos
MLG	962,03	658,38	1,0687	3,37	3,11	3,18	3,35
CMA	854,63	566,20	1,0698	2,82	2,87	3,02	3,37
JUG+OAS	358,33	286,11	1,0756	3,14	3,00	3,39	2,56
XY	546,30	379,63	1,0732	3,02	2,78	3,15	3,48
Cultivares- genitoras	606,94	430,56	1,0624	3,58	3,27	3,68	4,03
Testemunhas	482,64	261,81	1,0606	3,49	3,36	3,53	3,56
Média Geral	902,89	616,13	1,0700	3,34	3,10	3,20	3,37

4.2 Estimativas das capacidades de combinação

As estimativas das capacidades de combinação revelaram que, de modo geral, as capacidades gerais (CGC) foram mais importantes que as capacidades específicas (CEC) (TABELA 4). A CEC foi mais importante que a CGC apenas para aparência geral de tubérculos, caso em que explicou mais de 50% da variação do caráter.

No caso das CGC, o grupo dos clones contribuiu mais que as cultivares para a maioria dos caracteres, exceto para textura da periderme (TABELA 4). Entre os clones, CMA-80 foi um dos genitores de pior comportamento, com estimativas negativas de CGC para os caracteres de produtividade e formato dos tubérculos (TABELA 5). CMA-399 foi o melhor genitor entre os clones, com maior CGC para produtividade e produtividade de tubérculos graúdos.

Para o grupo das cultivares, Ana apresentou maiores CGC para produtividade de tubérculos e produtividade de tubérculos graúdos e, também, para PET (TABELA 5). Em relação à aparência geral de tubérculos, a cultivar Mondial contribuiu, negativamente, para a expressão do caráter, enquanto, Monalisa para melhorar a aparência dos tubérculos. Considerando a textura da periderme, ambas as cultivares têm potencial para transmitir aos seus descendentes alelos favoráveis, ou seja, uma periderme mais lisa.

Tabela 4 Quadros médios e significância da análise dialética da PGC para produtividade de tubérculos, produtividade de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, aparência geral de tubérculos, textura da periderme, profundidade de olhos e formato dos tubérculos. Lavras 2014

FV	GL	Produtividade (g x planta ⁻¹) (x 10 ³)	Produtividade de tubérculos graúdos (g x planta ⁻¹) (x 10 ³)	Peso Específico (x 10 ⁻⁴)	Aparência		Textura da Periderme	Profundidade de olhos	Formato dos tubérculos
					Geral	Periderme			
CGC -Clones	7	716,241*	531,892*	6,139*	0,300 ^{ns}	0,631 ^{ns}	0,817*	4,525*	
CGC -Cultivares	3	955,178*	430,119*	5,236*	1,004*	4,846*	0,027 ^{ns}	2,863*	
CEC	12	189,381 ^{ns}	232,943 ^{ns}	0,727 ^{ns}	0,492*	0,411 ^{ns}	0,287 ^{ns}	0,681 ^{ns}	
ERRO	439	148,569	147,204	0,623	0,214	0,612	0,287	0,643	
R ² CGC- Clones		49,43%	47,74%	63,82%	19,10%	18,52%	61,95%	65,44%	
R ² CGC- Cultivares		28,22%	16,73%	23,31%	27,33%	60,94%	0,92%	17,73%	
R ² CEC		22,41%	35,83%	12,92%	53,64%	20,65%	37,33%	16,92%	

^{ns} - não significativo, * - significativo a 5%, pelo teste F.

Tabela 5 Estimativas da capacidade geral de combinação (*gi*) dos genitores do grupo de clones e cultivares da PGC para produtividade de tubérculos (g x planta^{-1}), produtividade de tubérculos graúdos (g x planta^{-1}), peso específico de tubérculos, aparência geral de tubérculos, textura da periderme, profundidade de olhos e formato dos tubérculos. Lavras 2014

GRUPO- Clones	Produtividade ($\times 10^3$)	Produtividade de tubérculos graúdos ($\times 10^3$)	CGC				
			Peso específico	Aparência geral	Textura da periderme	Profundidade de olhos	Formato dos tubérculos
CMA-399	135,90*	121,91*	0,00122	0,002	0,008	-0,0532	0,059
CMA-385	82,57*	52,63	-0,00529*	-0,059	-0,128	-0,1101	-0,263*
CMA-370	31,39	5,89	0,00174	-0,002	-0,129	0,1157	0,406*
CMA-37	36,65	47,83	-0,00100	0,132	0,054	0,2106	0,416*
CMA-346	14,80	35,39	-0,00001	-0,025	0,079	0,1354	0,279*
CMA-80	-216,53*	-202,01*	-0,00167	-0,101	0,164	0,0725	-0,307*
CMA-141	-113,84	-73,03	0,00155	-0,005	-0,008	-0,1067	-0,267*
CMA-270	-114,85	-86,32	0,00553*	0,124	0,112	-0,1132	-0,139
GRUPO- Cultivares							
Monalisa	-48,92	-46,37	-0,00263*	0,132*	0,163*	0,0192	-0,210*
Caesar	-80,34*	-53,63	-0,00119	-0,022	-0,307*	0,0060	-0,060
Mondial	-27,74	14,05	0,00145	-0,176*	0,226*	0,0008	0,245*
Ana	105,80*	68,18*	0,00218*	-0,009	0,048	-0,0181	0,101

* - significativo a 5% pelo teste F.

4.3 Análise molecular

A análise molecular permitiu detectar a presença do alelo Ry_{adg} em 118 clones dos 189 testados. Para a análise da presença do alelo Rx1 foram testados 24 clones selecionados na SGC, sendo identificados quatro clones que possuíam o referido alelo.

4.4 Seleção dos clones

A seleção, com base nos caracteres agronômicos, de aparência geral de tubérculos e reação às viroses PVY e PVX, reteve 24 clones (TABELA 6). De modo geral, os clones mais produtivos ultrapassaram 1,0 Kg x planta-1 e superaram a testemunha mais produtiva (cultivar Atlantic). O clone MLG 04-11 apresentou superioridade de 65% para produtividade de tubérculos graúdos comparados à Atlantic e, também, possui um formato redondo sendo recomendada para o processamento industrial na forma de chips. Alguns clones apresentaram ótima aparência de tubérculos semelhante a cultivar Ágata e, portanto, possuem potencial para o mercado *in natura*, além de apresentarem PET mais elevados o que condiciona melhor qualidade para fritura (GRIZOTTO, 2005).

A cultivar Asterix apresenta qualidade tanto para o cozimento quanto para fritura, em função de seu alto teor de matéria seca. É muito utilizada, industrialmente, no processamento de pré-fritas congeladas, em função do seu formato oval-alongado, o que propicia um ótimo aproveitamento no corte de palitos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE BATATA - ABBA, 2014). Porém, os clones selecionados foram melhores que essa cultivar para as características de produção e peso específico, que são de grande importância (TABELA 6).

Destacam-se os clones MLG 02-12, MLG 20-12, MLG 22-23 e MLG 23-24 que apresentaram desempenho superior para produção de tubérculos e a presença dos alelos Ry_{adg} e $Rx1$, que conferem resistência extrema às viroses PVY e PVX, respectivamente (TABELA 6). Com exceção do clone MLG 02-12, que possui aptidão para o mercado *in natura*, os outros três possuem aptidão dupla, com potencial tanto para o mercado *in natura* como para o processamento industrial.

Tabela 6 Médias dos clones selecionados na SGC e testemunhas para produtividade de tubérculos ($g \times planta^{-1}$), produtividade de tubérculos graúdos ($g \times planta^{-1}$), peso específico de tubérculos, aparência geral de tubérculos, textura da periderme, profundidade de olhos e formato dos tubérculos, como também presença dos alelos Ry_{adg} e RxI e aptidão de mercado. (+) presença da banda, (-) ausência da banda. Presença do RxI para as cultivares Asterix e Atlantic (AHMADVAND et al., 2013). Lavras 2014

Clone	Produtividade	Produtividade de tubérculos graúdos		Peso específico	Formato dos tubérculos	Textura da periderme	Profundidade de olhos	Aparência geral	Presença do Ry_{adg}	Presença do RxI	Aptidão
		Produtividade	Produtividade								
MLG-01.02	1094,44 b	1005,56 a	1,0659 c	3,78 c	3,44 b	3,00 c	3,50 b	+	-	-	In natura
MLG-01.06	1222,22 b	1088,89 a	1,0688 b	3,89 c	2,78 d	3,56 b	4,00 a	+	-	-	Pré-frita / In natura
MLG-02.12	1122,22 b	788,89 a	1,0651 c	3,39 c	3,44 b	3,33 b	3,44 b	+	+	+	In natura
MLG-03.03	1516,67 b	1200,00 a	1,0715 b	3,44 c	3,11 c	3,56 b	4,17 a	+	-	-	Pré-frita / In natura
MLG-04.11	1266,67 b	983,33 a	1,0716 b	2,33 f	3,56 b	2,56 d	3,50 b	+	-	-	Chips
MLG-04.26	1177,78 b	966,67 a	1,0653 c	4,11 b	3,44 b	3,11 c	3,61 b	+	-	-	In natura
MLG-04.44	1061,11 b	872,22 a	1,0685 b	3,67 c	2,67 d	3,44 b	3,94 a	+	-	-	Pré-frita / In natura
MLG-05.01	1236,11 b	755,56 b	1,0715 b	3,67 c	2,78 d	3,00 c	3,33 c	+	-	-	Pré-frita
MLG-09.03	1077,78 b	783,33 a	1,0793 a	3,78 c	3,78 a	3,56 b	3,89 a	+	-	-	Pré-frita / In natura
MLG-11.05	1005,56 b	811,11 a	1,0736 b	3,56 c	1,00 f	3,44 b	3,33 c	+	-	-	Pré-frita
MLG-11.10	1194,44 b	1005,56 a	1,0761 b	3,67 c	3,78 a	3,78 a	3,83 b	+	-	-	Pré-frita / In natura
MLG-11.45	1000,00 b	772,22 a	1,0709 b	3,22 d	1,78 e	3,11 c	3,00 c	+	-	-	Pré-frita
MLG-12.16	1400,00 b	194,44 a	1,0707 b	3,33 c	2,67 d	3,22 b	4,06 a	+	-	-	Pré-frita / In natura
MLG-14.12	1061,11 b	827,78 a	1,0743 b	4,22 b	2,78 d	3,00 c	2,94 c	+	-	-	Pré-frita

“Tabela 6, conclusão”

Clone	Produtividade	Produtividade de tubérculos graúdos	Peso específico	Formato dos tubérculos	Textura da periderme	Profundidade de olhos	Aparência Geral	Presença do $R_{y,adg}$	Presença do $R_{x/l}$	Aptidão
MLG-17.48	1633,33 b	1050,00 a	1,0680 b	3,89 c	2,89 c	3,11 c	2,89 d	+	-	Pré-frita
MLG-17.50	1305,56 b	927,78 a	1,0783 a	4,11 b	3,44 b	3,00 c	3,83 b	+	-	Pré-frita / <i>In natura</i>
MLG-20.01	1200,00 b	966,67 a	1,0724 b	3,22 d	3,56 b	3,00 c	3,78 b	+	-	Pré-frita / <i>In natura</i>
MLG-20.12	1138,89 b	683,33 b	1,0838 a	3,33 c	3,11 c	3,89 a	3,72 b	+	+	Pré-frita / <i>In natura</i>
MLG-20.14	1022,22 b	683,33 b	1,0785 a	4,00 b	2,56 d	3,00 c	2,83 d	+	-	Pré-frita
MLG-20.17	1100,00 b	911,11 a	1,0700 b	3,44 c	2,33 d	3,78 a	3,83 b	+	-	Pré-frita / <i>In natura</i>
MLG-22.23	1372,22 b	761,11 a	1,0930 a	4,00 b	4,11 a	3,56 b	4,28 a	+	+	Pré-frita / <i>In natura</i>
MLG-23.24	2280,56 a	1638,89 a	1,0749 b	4,67 a	3,11 c	3,67 a	3,50 b	+	+	Pré-frita / <i>In natura</i>
MLG-23.37	1133,33 b	738,89 a	1,0728 b	3,44 c	3,33 c	3,33 b	4,06 a	+	-	Pré-frita / <i>In natura</i>
MLG-24,36	1233,33 b	783,33 a	1,0760 b	4,00 b	3,33 c	3,33 b	3,72 b	+	-	<i>In natura</i>
Ágata	377,78c	144,44c	1,0515 d	3,67 c	3,78 a	3,78 a	3,50 b			<i>In natura</i>
Asterix	305,56 c	55,56 c	1,0677 b	4,67 a	3,89 a	3,89 a	3,33 c		+	Pré-frita
Atlantic	716,67 c	594,44 b	1,0744 b	2,56 e	1,67 e	2,56 d	2,61 d		+	chips
Cupido	530,56 c	252,78c	1,0490 d	3,33 c	4,11 a	3,89 a	4,50 a			<i>In natura</i>

*Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

5 DISCUSSÃO

A seleção de clones para resistência a doenças, boa aparência dos tubérculos e caracteres agrônômicos desejáveis é essencial para atender as exigências do produtor bem como do consumidor. Genótipos altamente produtivos são descartados nos programas de melhoramento, se não apresentarem aparência, de acordo com as exigências de mercado. Outra preocupação do melhorista é manter a alta produtividade mesmo em regiões de cultivo favorável ao desenvolvimento de viroses que afetam a cultura.

Para que uma cultivar seja lançada no mercado, ela deve substituir com vantagem às existentes. Além da resistência às viroses e alta produtividade, caracteres relacionados à aparência são relevantes nessa escolha. Os clones obtidos neste trabalho tiveram desempenho superior a pelo menos um dos genitores para todas as características avaliadas. Ao comparar a média dos clones MLG com os genitores CMA, observa-se um desempenho superior desses clones para as características relacionadas à aparência de tubérculos (TABELAS 2 e 3). Assim é importante que cultivares sejam utilizadas como genitores, conforme feito neste trabalho, para que haja um avanço em relação à aparência de tubérculos nos programas de melhoramento.

Condições ideais para o cultivo são ambientes que proporcionam maior número de horas de luz, noites frias e o mínimo possível de horas do dia com temperaturas acima de 25°C (HAVERKORT; VERHAGENE, 2008). Os efeitos de temperaturas elevadas são as maiores limitações na produção de tubérculos em regiões tropicais (LEVY; VEILLEUX, 2007). Menezes et al. (2001) relataram que as temperaturas altas reduziram o número e o peso de tubérculos, resultando em decréscimo de 46% na produção, dificultando a seleção de famílias clonais nas safras de primavera-verão e de inverno.

O desempenho superior dos clones, em relação às testemunhas utilizadas na SGC (TABELA 6), pode ter sido em decorrência das temperaturas mais elevadas ocorridas nos meses de fevereiro e março, que chegaram a superar os 30 °C (SISTEMA NACIONAL DE DADOS AMBIENTAIS- SINDA, 2014). Esta superioridade pode ser justificada em virtude da seleção dos clones parentais ser realizada desde 1999 nessas condições climáticas (ANDRADE et al., 2009; GADUM; PINTO; RIOS, 2003; RIBEIRO et al., 2006; SILVA; PINTO; FIGUEIRA, 2000). Por isso, há maior adaptação desses clones em relação às cultivares introduzidas utilizadas como testemunhas.

O mercado brasileiro é muito exigente quanto à aparência de tubérculos, preferindo cultivares com tubérculos oval-alongados, de pele lisa e amarela e olhos superficiais (HAYASHI, 2001). Cultivares para processamento não devem necessariamente apresentar tubérculos com esses padrões, exigindo-se formatos redondos para chips e alongados para pré-frita, além de olhos pouco profundos, associados ao alto teor de matéria seca (alto peso específico) (MÜLLER et al., 2009; POPP, 2005). A seleção, por meio do método dos níveis independentes empregados neste trabalho permitiu selecionar os genótipos com potencial, dentro dos limites pré-estabelecidos para cada aptidão (TABELA 6).

Além de classificar os clones de acordo com a aptidão de mercado, identificar indivíduos portadores dos alelos Ry_{adg} e $Rx1$, que confere resistência ao PVY e PVX, respectivamente, tem sido alvo de diversos trabalhos de melhoramento de batata (ANDRADE et al., 2009; GADUM; PINTO; RIOS, 2003; RIBEIRO et al., 2006; SILVA; PINTO; FIGUEIRA, 2000). O enfoque maior nesses trabalhos foi selecionar genótipos resistentes ao PVY. No entanto, ambas as viroses são prejudiciais à cultura e sua ocorrência simultânea apresenta efeitos sinérgicos severos levando a perdas na produção (PALUKAITIS, 2012), o que justifica a seleção de clones resistentes às duas doenças, como realizado no presente trabalho.

É interessante ressaltar que para resistência aos vírus PVY e PVX, em que a presença de apenas um dos alelos é facilmente identificado via marcador molecular, a seleção precoce pode e deve ser utilizada. Ainda, nas gerações iniciais, pode-se extrair o DNA dos tubérculos recém-colhidos e avaliar a presença dos alelos de resistência, levando para a geração seguinte, apenas os genótipos resistentes. A extração de DNA, com base em tubérculos, forneceu resultados tão confiáveis para análise dos alelos *Ry_{adg}* e *Rx1* quanto à extração pelas folhas.

Foi identificado maior número de clones com o alelo *Ry_{adg}* do que com o alelo *Rx1*. Esse resultado se deve à seleção prévia para resistência ao PVY desenvolvido nos trabalhos de Andrade et al. (2009), Gadum, Pinto e Rios (2003) e Ribeiro et al. (2006) e que culminaram com a identificação de clones com maior número de cópias do referido alelo. Para o alelo *Rx1*, o marcador molecular foi desenvolvido mais recentemente (OHBAYASHI et al., 2010) e passou a ser utilizado no programa de melhoramento da UFLA apenas a partir de 2011. Embora a seleção visando à resistência ao PVX já tenha sido alvo de melhoramento no programa da UFLA (NEDER et al., 2010), o marcar molecular empregado naquela situação não se mostrou eficaz para a seleção de clones portadores do alelo *Rx1*.

Os efeitos da capacidade geral e da capacidade específica de combinação são importantes na escolha de genitores para síntese de populações promissoras em programas de melhoramento de batata (BARBOSA; PINTO, 1996). A importância relativa da CGC e CEC depende da constituição genética dos genitores envolvidos nos cruzamentos, da característica avaliada, do delineamento experimental utilizado e, também, das condições ambientais (MANIVEL et al., 2010).

Os valores de CGC e CEC têm contribuído em proporções variadas para todos os caracteres de importância agrônômica em batata (BRADSHAW;

MACKAY, 1994). Neele, Nab e Louwes (1991) sugeriram que a CEC tende a ser mais importante que a CGC em cruzamentos envolvendo pais relacionados. Quando há predomínio da CGC, o valor médio dos parentais poderia ser uma boa alternativa para prever o desempenho da progênie (BRADSHAW; MACKAY, 1994). Não foi possível encontrar um genitor com alta capacidade geral de combinação para todas as características, mas para a aparência geral de tubérculos e textura da periderme a cultivar Monalisa se destaca como um ótimo genitor para os programas de melhoramento. Para a produtividade, a cultivar Ana e os clones CMA-399 e CMA-385 são apontados como melhores genitores em razão dos efeitos positivos e elevados de capacidade geral de combinação, além de serem portadores de ambos os alelos de resistência às viroses.

Os clones MLG 02-12, MLG 20-12, MLG 22-23 e MLG 23-24 apresentaram desempenho superior para produção de tubérculos e apresentam os alelos que conferem resistência ao PVY e PVX. Esses resultados demonstram serem materiais de grande valor tanto para ser usado em programas de melhoramento, como genitores para a formação de uma nova população, bem como serem avançados para avaliações de clones elite. Um fato de destaque é que esses clones apresentaram aparência dos tubérculos semelhante à da cultivar Ágata, utilizada como padrão de mercado, caráter bastante almejado pelos melhoristas atualmente.

6 CONCLUSÕES

Foram selecionados clones portadores de ambos os alelos Ry_{adg} e $Rx1$, que conferem resistência extrema às viroses PVY e PVX, respectivamente, com boas características agronômicas e adequadas aos segmentos de mercado *in natura* e processamento industrial.

A cultivar Ana e os clones CMA-399 e CMA-385 destacam-se, pelos efeitos positivos de capacidade geral de combinação, na produção de tubérculos e a cultivar Monalisa se destaca pelos efeitos positivos de CGC para a aparência geral de tubérculos.

REFERÊNCIAS

AHMADVAND, R. et al. Development of molecular tools for distinguishing between the highly similar Rx1 and Rx2 PVX extreme resistance genes in tetraploid potato. **Potato Research**, Leuven, v. 56, n. 4, p. 277-291, 2013.

ANDRADE, C. M. et al. Potato clones with multiple copies of the *Ry_{adg}* allele conferring resistance to PVY. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 9, n. 9, p. 286-292, Mar. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE BATATA. **Variedades**. Disponível em: <http://www.abbabatatabrasileira.com.br/abatata_variedades.htm>. Acesso em: 13 jul. 2014.

AVESANI, L. et al. Stability of potato virus X expression vectors is related to insert size: implications for replication models and risk assessment. **Transgenic Research**, Dordrecht, v. 16, n. 5, p. 587-597, 2007.

ÁVILA, A. C. et al. Ocorrência de vírus em batata em sete estados do Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 4, p. 490-497, 2009.

BALME-SINIBALDI, V. et al. Improvement of *Potato virus Y* (PVY) detection and quantitation using PVYN- and PVYO- specific real-time RT-PCR assays. **Journal of Virological Methods**, Amsterdam, v. 134, n. 1/2, p. 261-266, 2006.

BARBOSA, M. H. P.; PINTO, C. A. B. P. Análise dialéctica parcial entre cultivares de batata nacionais e introduzidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 307-320, mar. 1998.

BECZNER, L.; HORVATH, H.; ROMHANYI, L. Studies on the etiology of tuber necrotic ringspot disease in potato. **Potato Research**, Wageningen, v. 27, n. 2, p. 339-352, 1984.

BEEMSTER, A. B. R.; BOKX, J. A. de. Survey of properties and symptoms. In: BOKX, J. A. de; WANT, J. P. H. van der. (Ed.). **Viruses of potatoes and seed-potato production**. 2nd ed. Wageningen: Pudoc, 1987. p. 84-113.

BRADSHAW, J. E.; MACKAY, G. R. Breeding strategies for clonally propagated potatoes. In: _____. **Potatogenetics**. Wallingford: CAB International, 1994. p. 467-497.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 32**, de 20 de novembro de 2012. Dispõe sobre a tolerância de infecção aos vírus PVY e PVX para a comercialização de batata-semente no Brasil. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.editoramagister.com/legis_23976293_instrucao_normativa_n_32_de_20_de_novembro_de_2012.aspx>. Acesso em: 29 jul. 2014.

BROWN, L. G. Emerging potato viruses that confront regulations. In: LOEBENSTEIN, G. et al. (Ed.). **Virus and virus-like diseases of potatoes and production of seed-potatoes**. Dordrecht: Klumer Academic, 2001. p. 439-450.

CARMO, E. L. et al. Desempenho de cultivares nacionais e estrangeiras de batata em duas condições ambientais do Sul de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 3352-3358, 2009.

CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. **Informe annual do CIP- 1989**. Lima, 1989. 57 p.

COCKERHAM, G. Genetical studies on resistance to potato viruses X and Y. **Here dity**, Oxford, v. 25, p. 309-348, 1970.

DANIELS, J. Avaliação de genótipos de batata para resistência ao vírus Y. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 145-147, 2000.

DANIELS, J.; PEREIRA, A. S. Resistência de genótipos de batata ao vírus do enrolamento da folha da batata (PLRV) e ao vírus Y (PVY). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 521-524, 2004.

DE JONG, H. Inheritance of antocyanin pigmentation in the cultivated potato: a critical review. **American Potato Journal**, Orono, v. 68, n. 9, p. 585-593, 1991.

DOYLE, J. J.; DOYLE, J. J. Isolation of plant DNA from fresh tissue. **Focus**, Rockville, v. 12, n. 1, p. 13-15, 1990.

ELLIS, P.; SMITH, R. S.; VILLIERS, G. Identification and geographic distribution of serotypes of potato virus Y. **Plant Disease**, Quebec, v. 81, n. 5, p. 481-484, 1997.

FEDERER, W. T. Augmented (or hoonuiaku) designs. **Hawaiian Planters Record**, Honolulu, v. 55, p. 191-208, 1956.

FLIS, B. et al. The Ry-f sto gene from *Solanum stoloniferum* for extreme resistant to Potato virus Y maps to potato chromosome XII and is diagnosed by PCR marker GP122 718 in PVY resistant potato cultivars. **Molecular Breeding**, Lleida, v. 15, n. 1, p. 95-101, 2005.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Land resources**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/562/default.aspx>>. Acesso em: 17 maio 2014.

GADUM, J.; PINTO, C. A. B. P.; RIOS, M. C. D. Desempenho agrônômico e reação de clones de batata (*Solanum tuberosum* L.) ao PVY. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, p. 1484-1492, 2003. Edição especial.

GALARRETA, J. I. R. de et al. Wild *Solanum* species as resistance sources against different pathogens of potato. **Potato Research**, Wageningen, v. 41, n. 1, p. 57-68, 1998.

GALLOTTI, G. J. M.; HIRANO, E.; BERTOCINI, O. Virose da batata: principais causas de degenerescência. **Agropecuário Catarinense**, Canoinhas, v. 5, n. 4, p. 47-48, 1992.

GEBHARDT, C.; VALKONEN, J. P. T. Organization of genes controlling disease resistance in the potato genome. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 39, p. 79-102, 2001.

GLENNON, L. **The potato in the food business: past to present**. Disponível em: <<http://www.teagasc.ie/publications/pot2000/paper1.asp>>. Acesso em: 12 mar. 2013.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, Melbourne, v. 9, p. 463-493, 1956.

GRIZOTTO, R. K. Processamento e rendimento industrial da batata chips e palha. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PROCESSAMENTO DE BATATAS, 1., 2005, Pouso Alegre. **Anais...** Pouso Alegre: ABBA, 2005. p. 1-12.

HÄMÄLÄINEN, J. H. et al. Mapping and marker-assisted selection for a gene for extreme resistance to potato virus Y. **Theoretical Applied Genetics**, Berlin, v. 94, n. 2, p. 192-197, 1997.

HAVERKORT, A. J.; VERHAGEN, A. Climate change and its repercussions for the potato supply chain. **Potato Research**, Wageningen, v. 51, n. 3/4, p. 223-237, 2008.

HAYASHI, P. Variedade cupido: nova opção para mercado fresco. **Batata Show**, Itapetininga, v. 1, n. 3, p. 14, set. 2001. Disponível em: <<http://www.abbatatabrasileira.com.br>>. Acesso em: 13 mar. 2013.

HOOKER, W. J. **Compendium of potato diseases**. Minnesota: American Phytopathological Society, 1981. 125 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.
Levantamento sistemático da produção agrícola. Rio de Janeiro, 2013. 88 p.

JELLIS, G. J. Multiple resistance to diseases and pests in potatoes. **Euphytica**, Wageningen, v. 63, n. 1/2, p. 51-58, 1992.

JEMISON, J. M.; SEXTON, P.; CAMIRE, M. E. Factors influencing consumer preference of fresh potato varieties in Maine. **American Journal of Potato Research**, Orono, v. 85, n. 2, p. 140-149, 2008.

KARASEV, A. V. et al. Genetic diversity of the ordinary strain of Potato virus Y (PVY) and origin of recombinant PVY strains. **Phytopathology**, Michigan, v. 101, n. 7, p. 778-785, 2011.

KARPOVA, O. V. et al. Regulation of RNA translation in potato virus X RNA-coat protein complexes: the key role of the N-terminal segment of the protein. **Molecular Biology**, New York, v. 40, n. 4, p. 628-634, 2006.

KASAI, K. et al. Development of SCAR markers to the PVY resistance gene *Ry_{adg}* based on a common feature of plant disease resistance genes. **Genome**, Ottawa, v. 43, n. 1, p. 1-8, 2000.

KLEINKOPF, G. E. et al. Specific gravity of russet burbank potatoes. **American Potato Journal**, Orono, v. 64, n. 11, p. 579-587, 1987.

KUMAR, R.; GOPAL, J. Repeatability of progeny mean, combining ability, heterosis and heterobeltiosis in early generations of a potato breeding program. **Potato Research**, Amsterdam, v. 49, n. 1, p. 131-141, Dec. 2006.

LEPRE, A. L. **Avaliação de componentes relacionados à aparência externa de tubérculos de batata**. 2009. 71 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

LEVY, D.; VEILLEUX, R. E. Adaptation of Potato to High Temperatures and Salinity: a review. **American Journal of Potato Research**, Orono, v. 84, n. 1, p. 487-506, July 2007.

LI, X. Q. et al. Inheritance and genetic mapping of tuber eye depth in cultivated diploid potatoes. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 110, n. 6, p. 1068-1073, 2005.

LOVE, S. L.; WERNER, B. K.; PAVEK, J. J. Selection for individual traits in the early generations of a potato breeding program dedicated to producing cultivars with tuber having long shape and russet skin. **American Potato Journal**, Orono, v. 74, n. 3, p. 199-213, 1997.

LULAI, E. C. Skin-set, wound healing, and related defects. In: VREUGDENHIL, D. (Ed.). **Potato biology and biotechnology: advances and perspectives**. New York: Elsevier, 2007. p. 471-500.

MACHADO, F. R. B. et al. Extração de DNA genômico de câmbios de espécies madeireiras tropicais. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 53., 2002, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 2002. 1 CD-ROM.

MANIVEL, P. et al. Heterosis and combining ability for tuber dry matter and yield in potato (*Solanum tuberosum* L.) over two clonal generations under short-day sub-tropic conditions. **Electronic Journal of Plant Breeding**, Easton, v. 1, n. 3, p. 287-296, June 2010.

MELO, P. E. Cultivares de batata potencialmente úteis para processamento na forma de fritura no Brasil e manejo para obtenção de tubérculos adequados. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 197, p. 112-119, 1999.

MENDOZA, H. A.; MIHOVILOVICH, E. J.; SAGUMA, F. Identification of triplex (YYy) *Potato Virus Y* (PVY) immune progenitors derived from *Solanum tuberosum* ssp. *andigena*. **American Potato Journal**, Orono, v. 73, n. 1, p. 13-19, 1996.

MENEZES, C. B. de et al. Combining ability of potato genotypes for cool and warm seasons in Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 1, n. 2, p. 145-157, 2001.

MIRANDA FILHO, H. S.; GRANJA, N. do P. Melhoramento genético de batata no Instituto Agronômico de Campinas e a bataticultura em São Paulo. In: MELO, P. E.; SIEGLINDE, B. (Ed.). **Memória do I workshop brasileiro de pesquisa em melhoramento de batata**. Brasília: EMBRAPA Hortaliças, 2000. p. 22-36.

MORAES, F. H. R.; FIGUEIRA, A. R.; SANTOS, R. C. Caracterização da nova estirpe necrótica do vírus Y da batata. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 30., 1997, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: SBF, 1997. p. 339.

MORI, K. et al. Development of a multiplex PCR method for simultaneous detection of diagnostic DNA markers of five disease and pest resistance genes in potato. **Euphytica**, Wageningen, v. 180, n. 3, p. 347-355, 2011.

MÜLLER, D. R. et al. Expressão dos caracteres e seleção de clones de batata nas condições de cultivo de primavera e outono. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 1237-1334, dez. 2009.

NEDER, D. G. et al. Seleção de clones de batata com resistência múltipla à pinta preta e aos vírus X e Y. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 8, p. 1702-1708, 2010.

NEELE, A. E. F.; NAB, H. J.; LOUWES, K. M. Identification of superior parents in a potato breeding programme. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 82, n. 3, p. 264-272, 1991.

OHBAYASHI, K. et al. Development of a detection method of resistance to potato disease and pest using DNA markers: 1., detection methods of resistance to potato virus X, potato cyst nematode and late blight. **Bulletin Nagasaki Agricultural and Forest Technical Development Center**, Nagasaki, v. 1, n. 1, p. 1-26, July 2010.

PÁDUA, J. G. et al. Aptidão de cultivares de batata holandesa para processamento na forma de fritura. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 1-10, mar. 2010.

PALUKAITIS, P. Mini-reviews: resistance to viruses of potato and their vectors. **The Plant Pathology Journal**, Seoul, v. 28, n. 3, p. 248-258, 2012.

PEREIRA, A. da S. Melhoramento genético da batata. In: SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 4., 2000, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2000. p. 41-50.

PINTO, C. A. B. P. Cultivares de batata resistentes a viroses. **Batata Show**, Itapetininga, ano 3, n. 7, p. 11-12, 2003.

POPP, P. Batata para processamento: aptidão da matéria-prima para processamento. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PROCESSAMENTO DE BATATAS, 1., 2005, Pouso Alegre. **Anais...** Pouso Alegre: ABBA, 2005. p. 12-24.

RAMALHO, M. A. P. et al. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Lavras: UFLA, 2012. 522 p.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. de. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 3. ed. Lavras: UFLA, 2012. 305 p.

RESENDE, M. D. V. de; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 3, p. 182-194, 2007.

REZENDE, R. L. G. **Efeito da idade fisiológica da batata-semente sobre características produtivas da batata (*Solanum tuberosum* L.) cv. Atlantic**. 2007. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2007.

RIBEIRO, A. M. et al. SCAR marker for the selection of Ry-duplex potato clones immune to Potato Virus Y. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 6, n. 1, p. 1-8, jan./mar. 2006.

RITTER, E. et al. RFLP mapping on potato chromosomes of two genes controlling extreme resistance to potato virus X (PVX). **Molecular and General Genetics**, New York, v. 227, n. 1, p. 81-85, 1991.

SABBA, R. P.; LULAI, E. C. Histological analysis of the maturation of native and wound periderm in potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber. **Annals of Botany**, London, v. 90, n. 1, p. 1-10, July 2002.

SALAZAR, L. F. **Potato viruses and their control**. Lima: International Potato Center, 1996. 214 p.

SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.

SILVA, A. O.; PINTO, C. A. B. P.; FIGUEIRA, A. R. Identificação de clones de batata imunes aos vírus X (PVX) e Y (PVY), adaptados à região Sul de Minas Gerais. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.26, n. 4, p. 385-390, 2000.

SILVA, F. L. **Descrição morfofisiológica de clones de batata precoces e tardios visando a adaptação a condições tropicais**. 2006. 81 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

SILVA, G. O. et al. Correlações entre caracteres de aparência e rendimento e análise de trilha para aparência de batata. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 3, p. 381-388, 2007.

SILVA, G. O. et al. Estimativa de capacidades de combinação em gerações iniciais de seleção de batata. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 3, p. 275-279, 2009.

SILVA, G. O.; PEREIRA, A. S. Seleção em gerações iniciais para caracteres agrônômicos em batata. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.29, n. 4, p. 499-455, 2011.

SINGH, R. P. et al. Discussion paper: the naming of Potato virus Y strains infecting potato. **Archives of Virology**, Illkirch, v. 153, n. 1, p. 1-13, 2008.

SISTEMA NACIONAL DE DADOS AMBIENTAIS. Disponível em: <<http://www.sindacrn2.inpe.br/PCD/>>. Acesso em: 7 jul. 2014.

SOLOMON-BLACKBURN, R. M.; BARKER, H. A review of host major-gene resistance to potato viruses X, Y, A and V in potato: genes, genetics and mapped locations. **Heredity**, Oxford, v. 86, n. 1, p. 8-16, 2001.

SOUZA-DIAS, J. A. C. de. Doenças causadas por vírus em batata. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 184, p. 54-63, 1996.

SOUZA-DIAS, J. A. C. de. Raças de vírus Y da batata (PVY) e a questão da variante NTN. **Batata Show**, Itapetininga, v. 1, n. 2, p. 16-21, 2001.

SOUZA-DIAS, J. A. C. de. Viroses da batata e suas implicações na produção de batata-semente no estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 21, n. 3/4, p. 264-266, 1995.

SPRAGUEI, O. K.; TATUM, L. A. General versus specific combining ability in single crosses of com. **Journal of the American Society of Agronomy**, Washington, v. 34, p. 923-932, 1942.

STARK, J. C. et al. Tuber quality. In: STARK, J. C.; LOVE, S. L. (Ed.). **Potato production systems**. Aberdeen: University of Idaho, 2003. p. 329-343.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**. Version 8. Cary, 2000. 147 p.

SWIEZYNSKI, K. M. Inheritance to resistance to viruses. In: BRADSHAW, J. E.; MACKAY, G. R. (Ed.). **Potato genetics**. Wallingford: CAB International, 1994. p. 339-363.

SYBENGA, J. **Cytogenetics in plant breeding**. Berlin: Springer, 1992. 469 p.

SZAJKO, K. et al. The novel gene *Ny-1* on potato chromosome IX confers hypersensitive resistance to potato virus Y and is an alternative to Ry genes in potato breeding for PVY resistance. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 116, n. 2, p. 297-303, 2008.

TAI, G. C. C.; YOUNG, D. A. Early generation selection for important agronomic characteristics in a potato breeding population. **American Potato Journal**, Orono, v. 61, n. 7, p. 419-434, 1984.

THOMPSON, M. D. et al. Functional food characteristics of potato cultivars (*Solanum tuberosum* L.): phytochemical composition and inhibition of 1-methyl-1-nitrosourea induced breast cancer in rats. **Journal of Food Composition and Analysis**, Paris, v. 22, n. 6, p. 571-576, 2009.

TORRES, A. C. et al. Plantas transgênicas de batata Achat resistentes ao vírus do mosaico (PVY). **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Uberaba, v. 2, n. 7, p. 74-77, 1999.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Tabela

TABELA 1A. Famílias geradas com base nos cruzamentos realizados entre clones CMA e cultivares

Família	Cruzamento
MLG-01	CMA 399 X MONALISA
MLG-02	CMA 385 X MONALISA
MLG-03	CMA 370 X MONALISA
MLG-04	CMA 37 X MONALISA
MLG-05	CMA 399 X CAESAR
MLG-06	CMA 201 X CAESAR
MLG-07	CMA 385 X CAESAR
MLG-08	CMA 370 X CAESAR
MLG-09	CMA 346 X CAESAR
MLG-10	CMA 80 X CAESAR
MLG-11	CMA 141 X CAESAR
MLG-12	CMA 270 X CAESAR
MLG-13	CMA 370 X MONDIAL
MLG-14	CMA 399 X MONDIAL
MLG-15	CMA 385 X MONDIAL
MLG-16	CMA 270 X MONDIAL
MLG-17	CMA 370 X ANA
MLG-18	CMA 201 X ANA
MLG-19	CMA 80 X ANA
MLG-20	CMA 399 X ANA
MLG-21	CMA 385 X ANA
MLG-22	CMA 270 X ANA
MLG-23	CMA 346 X ANA
MLG-24	CMA 141 X ANA
MLG-25	CMA 37 X ANA