



MARIO HENRIQUE MURAD LEITE ANDRADE

**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE PARA
CARACTERES AGRONÔMICOS EM CLONES DE
BATATA RESISTENTES AO *Potato Virus Y* (PVY)**

LAVRAS - MG

2016

MARIO HENRIQUE MURAD LEITE ANDRADE

**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE PARA
CARACTERES AGRONÔMICOS EM CLONES DE
BATATA RESISTENTES AO *Potato Virus Y* (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 obtenção do título de mestre.

Orientador

Dr. César Augusto Brasil Pereira Pinto

LAVRAS - MG

2016

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Andrade, Mario Henrique Murad Leite.

Adaptabilidade e estabilidade para caracteres agronômicos em clones de batata resistentes ao Potato Virus Y (PVY) / Mario Henrique Murad Leite Andrade. – Lavras : UFLA, 2016.

77 p. : il.

Dissertação (mestrado acadêmico)—Universidade Federal de Lavras, 2016.

Orientador(a): Cesar Augusto Brasil Pereira Pinto.

Bibliografia.

1. Melhoramento de plantas. 2. Solanum tuberosum. 3. Interação genótipos por ambiente. 4. GGE Biplot. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

MARIO HENRIQUE MURAD LEITE ANDRADE

**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE PARA
CARACTERES AGRONÔMICOS EM CLONES DE
BATATA RESISTENTES AO *Potato Virus Y* (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 obtenção do título de mestre.

APROVADA em 03 de março de 2016.

Dr. Flávio Rodrigo Gandolfi Benites

EMBRAPA

Dr. Jose Airton Rodrigues Nunes

UFLA

Orientador

Dr. César Augusto Brasil Pereira Pinto

LAVRAS - MG

2016

Aos meus pais Mário Lucio e Mirian pelo suporte, apoio e todo amor.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Mario Lucio e Mirian, a minha irmã Mariana, ao meu sobrinho José Mario e ao meu cunhado Ricardo, por todo amor, companheirismo, amizade e suporte durante todos os momentos.

A minha namorada Ludmila por todo carinho e companheirismo durante o tempo juntos, e por toda ajuda durante o desenvolvimento do trabalho.

A Universidade Federal de Lavras e ao programa de Pós-Graduação pela oportunidade concedida e pela formação como profissional.

Ao meu orientador, professor César A. Pereira Brasil Pinto, pela orientação, pelos ensinamentos, amizade, momentos de descontração e confiança durante todos os momentos do mestrado.

Aos professores do programa de pós-graduação, Magno, João Cândido, João Bosco, José Airton, Elaine, Flávia e Angela, pelos ensinamentos e aconselhamento que muito ajudaram.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos, tornando possível a realização deste trabalho.

Aos companheiros do grupo do PROBATATA, Ramom, Marcio, Albania, Isabella, Rafaela, Tiago, Gustavo, Guilherme, Mariana, Zina, Calado, Carol, Claudio, Rosca e Carcaça, pelo companheirismo, pelos bons momentos de trabalho e descontração, que faziam o trabalho ficar mais prazeroso.

A todos os amigos do programa de pós-graduação em genética e melhoramento de plantas, em especial a Isabella, Gui de Jong, Vitor, Pato, Iolanda, Albania, Gabi, pelas intermináveis horas estudando e

momentos de descontração. Aos amigos do GEN Gui, Braulio, Larissa, Rafael Storto, Tais, Scheila, Jessica, Vava, Quejin pela amizade e companheirismo.

Aos funcionários do DBI Dona Iron, Zélia, Rafa, Lilian, Tais, Lamartine, pela dedicação e disponibilidade para ajudar sempre.

RESUMO

O fenótipo de um indivíduo é a soma do seu genótipo mais a influência do ambiente. Realizada a observação do mesmo indivíduo em vários ambientes haverá diferentes manifestações do fenótipo, por conta da interação do genótipo com o ambiente. Esta interação dificulta o trabalho de melhoristas visto que o ranqueamento dos genótipos é modificado de um ambiente para o outro, por não haver uma correlação perfeita entre o genótipo e o fenótipo. A interação genótipo por ambiente é uma realidade para melhoristas e agricultores. Ela é um dos maiores entraves nos programas de melhoramento, pois os valores genotípicos, quando se ignora a presença da interação, podem ser superestimados ou subestimados, diminuindo o ganho com a seleção. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a adaptabilidade e estabilidade de caracteres agronômicos de clones de batata (MLG) resistentes ao *Potato Virus Y* para as condições de plantio e climáticas do sul do estado de Minas Gerais. Foram realizados seis ensaios utilizando 18 clones do programa de melhoramento de batata da UFLA e quatro cultivares usualmente plantadas no estado. O delineamento experimental foi de blocos completos casualizados com três repetições. Foram avaliadas a estabilidade de caracteres agronômicos como produção total de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos e aparência geral de tubérculos. A partir da análise de variância conjunta foi detectada forte interação entre os genótipos e os diferentes ambientes de plantio, a interação explicou a maior parte da variação. Constatada a interação procedeu-se a análise de estabilidade utilizando o método GGE Biplot, para melhorar o entendimento da inter-relação entre genótipos e ambientes. Foi verificada que alguns ambientes apresentam resultados semelhantes, sendo agrupados em mega ambientes. Os clones MLG utilizados se mostraram mais produtivos e adaptados quando comparados às testemunhas. Destaque para os clones MLG-01-02, MLG-01-06, MLG-11-05 e MLG-23-37, que atendem as exigências dos segmentos mesa e pré-fritas.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum* L. Melhoramento genético de plantas. Interação genótipo por ambiente. GGE Biplot.

ABSTRACT

The phenotype of an individual is the sum of its genotype and the environment influence. Performed the observation of the same individual in various environments there will be different manifestations of the phenotype, due to the genotype interaction with the environment. This interaction makes difficult the breeders job once the ranking of genotypes is modified from one environment to the other, due to the lack of a perfect correlation between genotype and phenotype. The genotype by environment interaction is a reality in the daily lives of breeders and farmers. It is one of the biggest obstacles in breeding programs because the genotypic values, when the presence of the interaction is ignored, could be overestimated or underestimated, reducing the gain with selection. The aim of this study was to evaluate the adaptability and stability of potato clones (MLG) resistant to Potato Virus Y for growing conditions and climate of the southern state of Minas Gerais. Six tests were carried out using 18 clones of potato breeding program of UFLA and four cultivars usually planted in the state, using the randomized complete block design with three replications. We evaluate stability of agronomical characters like total production of large tubers, specific weight and general appearance of tubers. From the analysis of variance was detected strong interaction between the varieties used and the different planting environments and the interaction explained most of the variation. Given the interaction we proceeded to stability analysis using the GGE Biplot method to improve understanding of the interrelationship between genotypes and environments. It was verified that some environments have similar results, being grouped in mega environments. The MLG clones used were more productive and adapted when compared to control. Highlighting the MLG-01-02, MLG-01-06, MLG-11-05 and MLG-23-37, which meet the requirements of table and pre-fried segments.

Keywords: *Solanum tuberosum* L. Plant breeding. Genotype by environment interaction. GGE Biplot.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 A situação da bataticultura no Brasil	12
2.2 Interação Genótipos x Ambientes	12
2.3 Tipos de interação.....	16
2.4 Importância da interação no melhoramento de plantas	18
2.5 Adaptabilidade e Estabilidade Fenotípica.....	19
2.6 Métodos para estimar a adaptabilidade e estabilidade	20
2.7 Interação GxA na batata.....	22
2.8 Características e Resistência ao PVY	24
3 MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1 Clones utilizados	25
3.2 Experimentos de campo.....	26
3.3 Análises estatísticas	29
4 RESULTADOS	32
4.1 Análises de variância individuais	32
4.2 Análises de variância conjunta.....	34
4.3 GGE biplot	40
4.3.1 Produção de tubérculos graúdos.....	40
4.3.2 Peso específico de tubérculos.....	46
4.3.3 Aparência Geral de tubérculos	50
5 DISCUSSÃO	54
6 CONCLUSÃO	57
REFERÊNCIAS	58
APÊNDICES	68

1 INTRODUÇÃO

O cultivo da batata no Brasil se estende desde o Rio Grande do Sul até a Bahia, realizado em três safras durante o ano, as safras de inverno (março a julho), da seca (janeiro e fevereiro) e das águas (agosto a dezembro), expondo a cultura às mais diversas condições ambientais, somado a isso existem grandes diferenças entre os produtores com relação ao emprego de tecnologia. Estes fatos contribuem para que ocorram interações significativas entre os clones e os diversos ambientes em que são cultivados. Essa interação é um dos assuntos que mais tem despertado a atenção dos melhoristas e biometristas, com especial atenção em condições tropicais, já que nessas regiões há uma maior heterogeneidade do ambiente o que acarreta em maiores chances de ocorrer interação (RAMALHO et al. 2012).

A interação genótipo x ambiente (GxA) é o maior entrave para os programas de melhoramento, já que o ganho de seleção fica reduzido, pois realizada a avaliação em apenas um local e desconsiderando a interação haverá uma superestimação ou uma subestimação do valor genotípico. Assim a recomendação de cultivares para os agricultores é muito dificultada, pois fica impossível prever o comportamento dos genótipos e ambientes durante os sucessivos anos de produção (KANG; GAUCH 1996). É necessária assim a realização de estudos sobre a estabilidade e adaptabilidade dos genótipos para que se possa fazer a recomendação certa aos agricultores e também para se obter maiores ganhos nos programas de melhoramento.

Portanto na etapa final de um programa de melhoramento os genótipos que se mostraram com maior potencial para serem indicados aos agricultores, devem ser avaliados nos ambientes mais próximos dos quais serão recomendados, e devem mostrar seu alto potencial produtivo e agrônômico nos mais diversos ambientes (FERREIRA et al. 2006).

A responsabilidade primária de um melhorista é desenvolver e identificar cultivares superiores e estáveis, para isso há a necessidade de uma

rede de avaliação. Portanto, a compreensão da interação entre genótipos e o ambiente é de grande importância para um programa de melhoramento, desde a escolha dos genitores até a recomendação acertada de suas cultivares no estágio final do programa.

A cultura da batata como supracitado é plantada durante todo o ano e em várias regiões, além do nível tecnológico empregado que é muito discrepante entre os produtores, além disso ela é acometida por diversas doenças fúngicas, bacterianas e viróticas, tudo isso aumenta a interação dos clones com os diferentes ambientes de cultivo.

O vírus que vem causando os maiores danos à cultura é o *Potato vírus Y* (PVY), que é extremamente danoso para as plantas e pode acarretar perdas diretas de 30% até 100% da produção e perda indireta com o encarecimento da produção dada a necessidade de aquisição de batata sementes a cada plantio e com o controle químico do vetor. Não existe controle químico para esse vírus, o que pode ser feito é apenas a prevenção, já que as principais cultivares utilizadas são extremamente suscetíveis e o controle da transmissão do vírus é muito difícil. A transmissão do vírus no campo é feita por afídeos de maneira não-persistente, o que torna o controle de afídeos por meio de inseticidas ineficiente. Assim a utilização de cultivares resistentes é melhor maneira de evitar problemas com este vírus.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de clones de batata resistentes ao PVY sob condições ambientais no sul de Minas Gerais e verificar sua adaptabilidade e estabilidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A situação da bataticultura no Brasil

A batata *Solanum tuberosum* L. tem sua origem na América Latina, na região dos Andes, região compreendida por Peru e Bolívia, e se estendeu desde o oeste da Venezuela ao nordeste da Argentina, apresentando alta variabilidade genética. Sua origem foi ao redor do lago Titicaca no Peru (*Solanum andigena*), e nos andes chilenos (*Solanum tuberosum*). Foi levada da América para a Europa pelos colonizadores espanhóis no século XVI, onde foi domesticada e melhorada, espalhando-se por todo mundo, sendo cultivada em mais de 130 países e consumida por mais de um bilhão de pessoas (CIP 2011).

A safra brasileira de batata foi de 3,7 milhões de toneladas em 2015, sendo as regiões Sul e Sudeste responsáveis por 87% da produção nacional (IBGE, 2015). A produtividade brasileira está bem abaixo de outros países como Estados Unidos e Holanda (IBGE, 2015; FAO, 2015), devido ao fato das cultivares usadas no país serem oriundas da Europa e EUA, não adaptadas ao clima tropical, o que afeta de forma negativa a produtividade por conta de fatores abióticos (temperatura, fotoperíodo, solo, umidade, altitude, etc.) e bióticos (maior pressão de pragas e patógenos). Desta forma, as cultivares aqui plantadas não expressam todo o seu potencial produtivo.

As principais cultivares utilizadas no país são suscetíveis ao *Potato Virus Y*, tornando-as ainda mais frágeis, e com alta exigência de insumos, como fertilizantes e defensivos, para completar seu ciclo e apresentar uma produção satisfatória.

2.2 Interação Genótipos x Ambientes

Fatores bióticos e abióticos são componentes que comumente identificam um ambiente. Estes fatores atuam sobre o genótipo que, conseqüentemente, irá produzir respostas diferentes em locais ou situações diferentes, influenciando, posteriormente, a estabilidade de produção no caso de plantas cultivadas (ALLIPRANDINI, 1992).

A quantificação da interação é extremamente importante, pois pode ser utilizada para estabelecer os objetivos do programa de melhoramento, como a escolha de genitores para o programa, identificação das condições ideais para os testes e recomendação de cultivares adaptadas para determinadas regiões. Portanto, um dos mais importantes objetivos da análise fenotípica da estabilidade é identificar genótipos cujo desempenho se mantenha estável quando ocorrem mudanças nas condições ambientais. A estabilidade fenotípica vem sendo amplamente estudada por biometristas, e aplicada por melhoristas que realizaram centenas de pesquisas e desenvolveram dezenas de métodos para se estimar a interação. A escolha de qual método utilizar depende de alguns fatores, como a quantidade de ambientes, a precisão e tipo de dados (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

A descendência herda de seus pais suas características por meio dos alelos. Contudo o fenótipo que o indivíduo apresenta é resultante não só de sua constituição genética, pois o mesmo sofre uma forte influência ambiental, que são todos aqueles fenômenos que interferem ou alteram o desenvolvimento do organismo e que se refere a todos aqueles fatores não genéticos que associados ao genótipo interferem na expressão do fenótipo (RAMALHO et. al. 2012, BERNARDO 2010). Estes fatores ambientais possuem grande influência principalmente em caracteres quantitativos os quais são controlados por muitos genes e apresentam baixa herdabilidade devido a esta influência ambiental, já que o fenótipo observado não será herdado por estar confundido com a influência do ambiente. O genótipo de um indivíduo é dito ser a constituição genética do mesmo, ou seja, é a sequência de nucleotídeos – DNA, que são transmitidos dos pais para sua descendência.

Assim o fenótipo (F) observado será a soma do seu genótipo (G) com a influência do ambiente (E), sendo assim:

$$F = G + E$$

Porém se for realizada a observação dos mesmos genótipos em diferentes ambientes a manifestação do fenótipo será distinta, por conta de um novo efeito, que é a interação entre o genótipo e o ambiente (G x E) (RAMALHO et al. 2012);

$$F = G + E + (G \times A)$$

O valor fenotípico esperado relacionado com um determinado genótipo é equivalente ao valor do genótipo em questão mais os efeitos não genéticos que o influenciam, ou seja, o valor genotípico depende do ambiente que ele foi mensurado (BERNARDO 2010). Fica assim demonstrado que os efeitos ambientais e genéticos não são independentes por conta da interação. Um importante efeito da interação genótipos x ambientes é que não há uma correlação perfeita entre o genótipo e o fenótipo, dificultando assim a validação dos resultados quando se busca o melhoramento de plantas ou o estudo de herdabilidade (ANPUTHAS et al. 2011, COMSTOCK; MOLL, 1963).

Essa interação é decorrente da variação do desempenho dos genótipos nos diversos ambientes, pois as plantas respondem de maneira diferente a uma série de sinais ambientais, por conta de fatores fisiológicos e bioquímicos específicos de cada planta. O grau de adaptabilidade de um indivíduo a condições ambientais reflete a extensão e a sofisticação dos controles sobre as proteínas específicas, e sua ação no funcionamento fisiológico da planta, já que estímulos ambientais podem mudar a maneira de um gene se expressar e conseqüentemente os processos metabólicos ligados às proteínas expressas por ele (KANG, 1997).

Este fenômeno é conhecido como plasticidade fenotípica ou norma de reação, caracterizado pela expressão de vários fenótipos por um único genótipo (BRADSHAW 1965), e ela nos ajuda a entender como um mesmo genótipo se expressa de diferentes maneiras nos diversos ambientes. Espera-se que genótipos que se desenvolvem em uma gama menor de ambientes possuam menor plasticidade quando comparados a genótipos que se

desenvolveram em vários ambientes (YAN 2001). A interação pode também ser explicada na visão evolutiva, em que uma grande população que ocupa uma área em que ocorre variações ambientais fica exposta a diferentes pressões de seleção. Assim haveria diferenças de adaptação dos diferentes indivíduos da população, havendo genótipos que se beneficiariam e se reproduziriam mais, diferenças essas devido a diferentes respostas dessa seleção diferencial, criando os ecótipos que se adaptariam cada qual a um ambiente específico (CHAVES 2001).

Em termos genéticos, a interação ocorre quando a contribuição dos alelos dos diferentes genes que controlam o caráter ou o nível de expressão dos mesmos difere entre os ambientes. Isso ocorre porque a expressão dos genes é influenciada e ou regulada pelo ambiente, ou seja, o ambiente regularia como e em qual intensidade os genes se manifestariam em determinado caráter, por meio de modificações no modo de expressão, silenciamento gênico e melhoria de sua expressão (KANG; GAUCH Jr. 1996). Fica demonstrado que os genes não determinam por si só o fenótipo, mas são responsáveis por diferentes expressões do mesmo, sendo esta expressão dependente da relação entre genótipo e os diferentes ambientes (RÉDEI 1998). Dessa maneira a interação GxA resulta das diferentes respostas dos genótipos às mudanças ambientais e deve ser encarada como um processo biológico que gera implicações no melhoramento de plantas, e não apenas um efeito estatístico (CHAVES 2001; KANG 1997).

As variáveis ambientais incluem fatores químicos e físicos do solo, regime de chuvas, médias de temperatura, distribuição de luz, altitude, além de inúmeros fatores bióticos como insetos, plantas daninhas, vírus, nematoides, fungos e bactérias. O complexo formado por uma única planta e o ambiente é referido como micro-ambiente, pois a probabilidade de duas plantas no mesmo local e tempo serem afetadas pelos mesmos fatores ambientais é praticamente zero. Macro-ambiente é referido para a associação entre local e tempo, em suma é um conjunto de micro-ambientes (BERNARDO 2010).

A variação dos ambientes foi classificada por Allard e Bradshaw (1964) em dois tipos: previsíveis e imprevisíveis; no primeiro caso as condições são permanentes no ambiente ou que variam de forma sistemática, o clima, o tipo de solo e o fotoperíodo, além de fatores ambientais que são controlados pelo homem como a densidade de semeadura, data de plantio, tratos culturais, dentre outras, são exemplos neste caso. Já o segundo caso inclui variáveis ambientais como o regime de chuvas, temperatura, e todas as outras variáveis climáticas não previsíveis.

2.3 Tipos de interação

Para estudos de GxA é necessário no mínimo dois genótipos e dois ambientes, a representação destes é feita em uma tabela de dupla entrada (Quadro 1), em que Y_{ij} são as médias dos genótipos e Y_i as médias dos ambientes e $Y_{..}$ a média geral dos genótipos no conjunto de ambientes (FERREIRA et al. 2006).

Quadro 1. Estimativas das medias de p genótipos em cada um dos q ambientes.

Genótipos	Ambientes				Médias marginais (\bar{Y}_i)
	1	2	...	q	
1	Y_{11}	Y_{12}	...	Y_{1q}	\bar{Y}_1
2	Y_{21}	Y_{22}	...	Y_{2q}	\bar{Y}_2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
p	Y_{p1}	Y_{p2}	...	Y_{pq}	\bar{Y}_p
Médias (\bar{Y}_j)	$\bar{Y}_{.1}$	$\bar{Y}_{.2}$...	$\bar{Y}_{.q}$	$\bar{Y}_{..}$

Em um exemplo onde se considera dois genótipos avaliados em dois ambientes podem ser representados os diferentes tipos de interação genótipo por ambiente. Em um primeiro caso os genótipos apresentam a mesma resposta com a mudança do ambiente ou se mantêm indiferentes a essa mudança é caracterizado ausência de interação. Num segundo caso onde os genótipos diferem na variação, mas não mudam sua classificação entre os

ambientes, representa um caso de interação simples. Quando há uma inversão da classificação dos genótipos nos diferentes ambientes é caracterizado interação do tipo complexa (RAMALHO et al. 2012). De acordo com Robertson (1959) a interação complexa ocorre quando a correlação dos genótipos é pequena, fazendo com que as posições mudem decorrente das diferentes respostas dos genótipos.

Contudo o número de genótipos e ambientes analisados são sempre maiores que apenas dois. Com isso o número de interações possíveis é enorme, como demonstrado por Haldane (1946) o número de interações possíveis entre m genótipos e n ambientes é de $(mn)!/m!n!$. Assim com apenas 5 genótipos e 5 ambientes por exemplo é possível $1,077 \times 10^{21}$ tipos de interações.

A GxA é um fenômeno comum no melhoramento de plantas e não uma exceção. Quando a interação é do tipo simples não há complicações na recomendação das cultivares visto que os genótipos podem ser avaliados em apenas um local o genótipo com maior média pode ser recomendado para os agricultores, já que ele será também o melhor em outros ambientes (CHAVES 2001; BERNARDO 2010). Quando a interação é do tipo complexa há significância prática (BAKER, 1988; CROSSA; CORNELIUS, 1997), pois demonstra que há genótipos particularmente adaptados a determinados ambientes e outros que não são influenciados por essas variações ambientais (RAMALHO et al. 2012).

Há maneiras de minimizar esse entrave da interação, as principais são: (i) identificar genótipos específicos para cada região, essa alternativa é de pouca utilidade, pois seria necessário uma infinidade de genótipos para atender todos os tipos de ambientes; (ii) estratificação dos diversos ambientes, consiste no agrupamento dos ambientes semelhantes em sub-regiões em que a interação não fosse significativa; (iii) e por último é explorar essa interação objetivando a identificação de genótipos com ampla estabilidade fenotípica (RAMALHO et. al 2012).

2.4 Importância da interação no melhoramento de plantas

A GxA está presente nos programas de melhoramento desde as fases iniciais até a recomendação das cultivares tornando-a um dos maiores entraves para os melhoristas (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO 2004). Vários trabalhos apresentam a contribuição da GxA em porcentagem da contribuição da mesma na variação total, como por exemplo: em cevada a interação é responsável por 25-45%, trigo 15-25% (SIMMONDS 1981), milho 23% (KUMAR; SINGH 2015), cana-de-açúcar 15% (SILVEIRA et al. 2013), feijão 28% (ARAUJO et al. 2010), arroz 27% (SAMONTE et al. 2005), batata 12 a 19% (ARIONE et al. 1998; GEDIF et al. 2014), que demonstram quão importante e presente é a GxA no melhoramento de plantas.

O estudo da interação deve ser realizado da forma mais precisa possível para que não seja comprometida a seleção de genótipos superiores e posterior recomendação visto que a imprecisão gera aumento do erro fenotípico o que acarreta uma menor herdabilidade e conseqüente menor ganho de seleção (MATHENSON; RAYMOND, 1986).

Os custos com a avaliação de campo também são aumentados uma vez que serão necessários testes em um maior número de locais e anos para que se tenha uma maior representação de cada área (YAN 2006). A identificação de genótipos superiores quando há interações significativas fica dificultada visto que a correlação entre fenótipo e genótipo é reduzida.

Se não houvesse interações entre os genótipos e os ambientes, ao se selecionar uma boa cultivar a mesma apresentaria o mesmo desempenho nos mais diversos ambientes e apenas um ensaio seria suficiente para a recomendação da mesma (DUARTE; VENCOVSKY, 1999, BERNARDO 2010). Porém não é o que ocorre, fazendo-se necessário a realização de análises de adaptabilidade e estabilidade, tornando possível identificar genótipos que apresentem comportamento previsível e que respondam de forma positiva às variações ambientais. (GARBUGLIO 2010).

2.5 Adaptabilidade e Estabilidade Fenotípica

Primeiramente é importante a conceituação do que é estabilidade e adaptabilidade. Existem diversas definições de estabilidade na literatura em grande parte é relacionado a genótipos que apresentam uma produtividade mais constante independente das condições ambientais e que tem comportamento previsível diante às mudanças do ambiente. Já a adaptabilidade é ligada a plasticidade do genótipo, que na visão agrônoma são genótipos que respondem perante a melhoria do ambiente (RESENDE 2007).

Para Mariotti et al. (1976) a definição de adaptabilidade são aqueles genótipos que responderiam as melhorias no ambiente de forma mais eficiente; uma vantagem na visão agrícola, pois genótipos adaptados responderiam de forma vantajosa as melhorias do ambiente. A estabilidade se refere a capacidade de os genótipos apresentarem resultados mais constantes nos diversos ambientes, ou seja, menor variação em detrimento as mudanças ambientais.

Becker (1981) classificou a estabilidade em dois tipos, a biológica ou homeostática e a agrônoma. Em que a biológica se refere a aquelas situações em que o genótipo mantém a sua característica constante em diversos ambientes, com uma pequena variância dentre todos os ambientes. Já estabilidade agrônoma aquela em que os genótipos mais adaptados seriam aqueles que apresentarem a menor interação nos diferentes ambientes, ou seja, que apresentem uma produtividade equivalente a esperada para aquele ambiente.

Lin et al. (1986) definiram três conceitos para estabilidade: Tipo 1: o genótipo é considerado estável se apresenta pequena variância entre os diferentes ambientes, que é dita a estabilidade biológica. Tipo 2: o genótipo é estável se sua resposta aos diversos ambientes é paralela à média dos outros genótipos analisados, referente a estabilidade agrônoma. Tipo 3: o genótipo é considerado estável quando apresentar o quadrado médio do

resíduo de regressão baixo, que indica confiabilidade alta do resultado. Um quarto tipo foi proposto depois por Lin e Binns (1988) em que o genótipo será estável se apresentar um baixo quadrado médio da interação genótipos x anos dentro de cada local.

Para Cruz e Regazzi (2004) o termo adaptabilidade refere-se à capacidade de os genótipos responderem de forma positiva ao estímulo do ambiente, enquanto a estabilidade refere-se à capacidade dos genótipos apresentarem um comportamento previsível em função do estímulo do ambiente.

2.6 Métodos para estimar a adaptabilidade e estabilidade

Existem vários métodos para estimação de estabilidade e adaptabilidade (FERREIRA et al. 2006), que completam as informações obtidas com as análises de variância simples e conjunta. Eles se baseiam em análise de variância (WRICKE, 1962), regressão linear (YATES, COCHRAN 1938; FINLAY, WILKINSON 1963; EBERHART, RUSSEL 1966; VERMA et al. 1978; SILVA, BARRETO 1985; CRUZ et al. 1989), regressão não linear (TOLER 1990), análises multivariadas (ZOBEL et al. 1988) e estatísticas não paramétricas. Estas são análises estatísticas que identificam genótipos mais estáveis e de comportamento previsível, e também permitem a divisão dos efeitos da GxA em seus fatores principais genotípicos e ambientais quantificando a contribuição de cada um para os resultados.

Técnicas de análise multivariada têm sido propostas como a análise de componentes principais (ACP) e análise de agrupamentos, que superam algumas limitações da análise de regressão linear. Dentre estas técnicas destaca-se o procedimento Additive Main Effects and Multiplicative Interaction, ou AMMI. Neste procedimento estão combinados num mesmo modelo componentes aditivos para os efeitos principais (genótipos e ambientes) e componentes multiplicativos para os efeitos da interação GxA, o método integra a análise de variância (efeitos aditivos) e ACP (efeitos

multiplicativos) em uma abordagem unificada (VENCOVSKY; BARRIGA 1999).

Outra abordagem para estudos da interação GxA utilizando técnicas multivariadas foi proposta por Yan et al. (2000), estes autores modificaram a análise AMMI e desenvolveram a metodologia GGE biplot para uma análise gráfica de dados de múltiplos ambientes. Nesta metodologia G é o efeito principal do genótipo e GE é o efeito da interação, e estes são os dois efeitos mais relevantes na avaliação de cultivares, já que o efeito do ambiente não é relevante para a avaliação do genótipo, e devem ser analisados simultaneamente para melhor avaliação dos genótipos e ambientes. Na análise GGE o efeito do genótipo é aditivo, o mesmo utilizado na análise AMMI, em conjunto com o efeito multiplicativo da interação, e a análise desses efeitos é feita através dos componentes principais (ACP) utilizando Sites Regression ou SREG (Balestre et al. 2009), o modelo não separa os efeitos dos genótipos do efeito da GxA, mantendo-os juntos num termo multiplicativo.

Na análise multivariada os eixos dos gráficos da análise são os dois componentes principais (autovalores), e devem representar a maior parte da variância, o ambiente é dito fixo, ou seja, a produtividade é devida apenas aos efeitos dos genótipos e da interação. O genótipo ideal mostra alto valor de CP1 (alta produtividade), pois este está ligado a resposta devido as características do genótipo, e próximo de zero no CP2 (estável) pois é a parte da variação devido a interação, desta forma o primeiro componente principal representa a produtividade e o segundo a estabilidade (SOUZA et al. 2009).

Objetiva principalmente a identificação de genótipos superiores e a identificação de mega-ambientes, que são definidos por áreas com estresses bióticos e abióticos semelhantes, essa divisão em mega-ambientes ocorre quando grupos de genótipos estão adaptados a diferentes ambientes (YAN et al. 2001). Também permite visualizar a adaptação de um genótipo em diversos ambientes, comparação de pares de genótipos em diferentes ambientes, agrupar ambientes semelhantes (mega-ambientes), como também

identificar o melhor genótipo em cada ambiente. A média do gráfico neste caso de estudos de mega-ambientes não é a média geral mas sim a média do mega-ambientes em questão, facilitando a visualização de qual genótipo é o melhor neste conjunto de ambientes. O cosseno entre os ambientes é correspondente a correlação genética entre eles.

É possível também elencar um ambiente ideal, este deve ter um alto escore para o primeiro componente principal, que representa alta capacidade discriminativa para os tratamentos, e para o segundo componente principal (PCA2) o ambiente que estiver mais próximo de zero indica que o mesmo proporciona as maiores médias para a característica em estudo.

As vantagens propaladas do GGE em relação a análise AMMI é de que: (i) o método do GGE biplot explica sempre uma porção maior do efeito dos genótipos mais a interação, em comparação aos modelos AMMI1 e AMMI2; (ii) outra vantagem reside sobre o fato dos eixos estarem na mesma escala fazendo assim possível a performance média e a estabilidade de cada genótipo e a performance relativa de cada um destes nos diferentes ambientes (YAN et al. 2007).

2.7 Interação GxA na batata

Há na literatura vários estudos da interação GxA no melhoramento da batata. Tai et al. (1979) observaram que a interação influencia na emergência das plantas, na tuberização e no aumento de volume dos tubérculos, sendo este último o mais influenciado pela GxA. Bach et al. (2012) detectaram a presença da interação para os componentes de fibra na batata, demonstrando que o tipo e quantidade de fibra é influenciado pelo ambiente. A GxA influencia até mesmo a resistência a certas doenças, como a murcha bacteriana (MUTHONI et al. 2015) e a requeima (MULEMA et al. 2008) em que a expressão de resistência muda seu padrão de acordo com o ambiente em que ela é mensurada.

Temperatura e comprimento do dia são determinantes na duração do ciclo da planta, e o ciclo por sua vez influencia a produção de matéria seca,

em que temperaturas amenas e dias mais longos aumentam a duração do ciclo (KOOMAN et al. 1996). Em dias longos a planta intercepta mais luz e assim produz mais fotoassimilados, conseqüentemente a produtividade aumenta, já em dias curtos as folhas são estimuladas a crescer mais para compensar o menor número de horas diminuindo assim os fotoassimilados que são locados para enchimento de tubérculos (AUGUSTIN et al. 2011). Temperatura é um dos fatores mais determinantes no desenvolvimento da batata, apontada como o fator ambiental que mais influência no seu crescimento e produtividade (SMITH 1968). Temperatura amena é determinante para o aumento de número de tubérculos por planta, especialmente a temperatura noturna, o aumento da temperatura causa severa diminuição da produtividade (LEVY & VEILLEUX, 2007). A melhor condição para a planta é quando ocorre temperaturas médias entre 15-20°C e dias longos (SOUZA 2003).

O enchimento dos tubérculos tem sua melhor condição quando há presença de dias curtos e temperaturas amenas, estas condições favorecem a partição de matéria seca para o tubérculo e aumenta o tamanho dos tubérculos, com condições contrárias há um aumento do tamanho do caule e raízes atrasando o crescimento do tubérculo (LEVY & VEILLEUX 2007).

O déficit hídrico é também fator ambiental determinante para a cultura visto que a batata possui um sistema radicular raso e baixa capacidade regenerativa perante este stress, principalmente durante a fase de enchimento dos tubérculos, causando o desenvolvimento de um menor número de tubérculos e também diminuição do tamanho e peso dos mesmos (OJALA et al. 1990). Este déficit pode afetar a planta em qualquer estágio de desenvolvimento, porém as conseqüências fisiológicas e sua magnitude dependerá do tempo de limitação de água que a planta passou (SPITTERS & SCHAPENDONK 1990). O stress sofrido até o início da tuberização gera um menor desenvolvimento da parte aérea, diminuindo assim a área de cobertura do solo e conseqüente menor interceptação da radiação (TOURNEUX et al. 2003).

Outra fonte de interação é o tamanho da batata semente utilizada, em que, batatas semente maiores possuem maior número de gemas e conseqüentemente desenvolvem maior número de hastes. Batatas semente maiores também apresentam uma emergência mais rápida, e com menor índice de falhas e plantas mais vigorosas. Trabalhos realizados com intuito de demonstrar esses efeitos demonstram que quanto maior a batata semente utilizada maior a produtividade total e de tubérculos graúdos (PAES & SILVA, 2003; STRECK et al., 2007; TEIXEIRA et al. 2010).

2.8 Características e Resistência ao PVY

Dentre as viroses que assolam as plantações de batata o *Potato Virus Y* (PVY) é o mais disseminado e o que causa os maiores danos econômicos no mundo, causando uma série de sintomas. Os sintomas variam de intensidade e tipo, dependendo qual estirpe do vírus estiver presente e da cultivar infectada (SINGH et al.2008). O aparecimento das viroses em plantações de batata está intimamente ligado a não utilização de tubérculos-semente de alta qualidade, ou seja, livres de quaisquer viroses (AVILA et al. 2009), e as perdas relacionadas a este vírus vão de 30% até perda total da produção.

O PVY possui cinco raças (PVY^O, PVY^C, PVY^N, PVY^Z, e PVY^E), e as que causam maiores danos na batata são PVY^O, PVY^C e PVY^N. Os sintomas causados variam de pontuações necróticas nas folhas, mosaico nas folhas apicais, crescimento reduzido das plantas, amarelecimento de folíolos, necrose nas folhas, necrose de tubérculos, dependendo da cultivar e de qual raça está presente (SOUZA-DIAS; IAMAUTI 2005).

A transmissão ocorre via afídeos (*Myzus persicae*) de forma não persistente, assim ela ocorre de forma muito rápida, bastando o contato do estilete do afídeo com a planta, sem a necessidade do contato com o floema. Desta forma o tempo necessário para a aquisição e transmissão do vírus é de apenas alguns segundos. Por conta deste fato o controle via inseticida é ineficaz, e a melhor forma de controle da doença é a resistência genética.

A resistência ao PVY é devida a reação de hipersensibilidade ou da resistência extrema. No primeiro caso ocorre a morte rápida das células infectadas pelo vírus, evitando sua disseminação (SZANJKO et al., 2008). Já com a resistência extrema a planta não apresenta sintomas e o vírus se multiplica de forma muito reduzida (SWIEZYNSKI, 1994). A hipersensibilidade é controlada pelos alelos *Ny*, que são encontrados em diversas cultivares, e híbridos oriundos de espécies *S. chacoense*, *S. demissum* e *S. microdontum*. No caso da resistência extrema, o alelo que a confere é o *Ry*, a interação entre os alelos é do tipo dominante, sendo essa resistência extrema proporcionada já na forma simplex, este alelo confere resistência a todas as raças do vírus (FLIS et al., 2005; SWIEZYNSKI, 1994).

O aumento da frequência destes alelos de resistência é uma maneira de facilitar a obtenção de cultivares resistentes em programas de melhoramento (PINTO, 2003). Pois se um genitor resistente simplex for cruzado com um genitor suscetível resultará em uma relação 1 resistente para um suscetível; para duplex essa relação será de 5 resistentes para um suscetível; e para constituições genótípicas tríplex e quadriplex essa relação de 1 resistente para 0 suscetível.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Clones utilizados

O programa de melhoramento de batatas da UFLA – Pro-Batata, trabalha desde 1999 em busca de genótipos resistentes ao PVY, que causa grandes prejuízos na cultura. Atualmente foram selecionados no programa alguns clones resistentes a tal vírus e que possuem boa aparência de tubérculos e aspectos agronômicos favoráveis.

Foram utilizados 18 clones do programa de melhoramento de batata da Universidade Federal de Lavras – Pró-Batata, selecionados por Guedes (2014), para as características: produtividade, textura da periderme,

profundidade de olho, aptidão, formato, boa aparência geral, e que possuíssem o alelo *Ry_{adg}* que confere resistência ao PVY, estes clones foram denominados de MLG, o que tornam estes clones promissores para o lançamento como novas cultivares e também para utilização em novas hibridações. Foram utilizados como testemunhas as cultivares Ágata, Cupido, Asterix e Atlantic, as quais são amplamente utilizadas pelos agricultores do estado de Minas Gerais.

3.2 Experimentos de campo

Foram conduzidos seis experimentos em diferentes locais e safras. Em todos os experimentos foi utilizado o delineamento de blocos completos casualizados (DBCC), com três repetições, sendo as parcelas constituídas de cinco plantas, a distância entre plantas foi de 0,3m e entre linhas de 0,8m. As características de cada local são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição dos diferentes ambientes.

LOCAL	PERÍODO DE CULTIVO	COORDENADAS	CLIMA	ALTITUDE	PRECIPITAÇÃO*	°C mínima	°C média	°C máxima
LAVRAS	FEV/JUN – 2014	21° 14'S, 45° 00'W	Cwa	919 m	255mm	16,4°	22,0°	28,3°
SENADOR AMARAL	OUT/JAN - 2014/15	22° 35'S, 46° 10'W	Cwb	1505m	735mm	15,5°	25,9°	30,5°
LAVRAS	MAI/SET – 2015	21° 14'S, 45° 00'W	Cwa	919 m	120mm	13,7°	18,4°	26,2°
LAMBARI	MAI/SET – 2015	21° 58'S, 45° 21'W	Cwa	887m	113mm	17,2°	18,8°	33,4°
SENADOR AMARAL	AGO/DEZ – 2015	22° 35'S, 46° 10'W	Cwb	1505m	600mm	17,0°	22,3°	31,6°
BOM REPOUSO	AGO/NOV – 2015	22° 28'S, 46° 08'W	Cwb	1371m	570mm	17,3°	22,2°	31,0°

*Precipitação acumulada e temperatura média no período considerado com base na estação mais próxima de cada local de ensaio.

Os tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações para a cultura para o estado, utilizou-se a adubação de 3500 kg⁻¹ha de fertilizante formulado 04-14-08 (N, P₂O₅, K₂O) no plantio; e a adubação de cobertura foi realizada no momento da amontoa com 400 kg⁻¹ha 20-05-20. O preparo do solo foi realizado de maneira usual para a cultura, com uma aração, posterior gradagem e enxada rotativa. Foi realizada a irrigação suplementar por aspersão de acordo com a necessidade da cultura e a incidência de chuvas.

Após a colheita foram realizadas as 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;
- c) Peso específico de tubérculos (PET): determinado pela expressão $PE = \frac{\text{Peso no ar}}{\text{Peso no ar} - \text{Peso na água}}$, obtidos em balança hidrostática; foi realizada a conversão de PET para matéria seca segundo a expressão: $-217,2 + (221,2 \times PE)$ (SCHIPPERS, 1976).
- d) Aparência geral dos tubérculos: nota média atribuída por três avaliadores, variando de um (tubérculos com má aparência) até cinco (tubérculos com ótima aparência), em que a nota de aparência é dada de acordo como tipo de segmento que a batata irá atender (LEPRE, 2009);
- e) Textura da periderme: avaliada visualmente e também pelo tato, por meio de notas variando de um (periderme áspera) até cinco (periderme lisa), nota média atribuída por três avaliadores (LEPRE, 2009);
- f) Formato de tubérculo: avaliado por notas visuais, atribuindo um (formato redondo), até cinco (formato alongado), nota média atribuída por três avaliadores (LEPRE, 2009);

g) Profundidade dos olhos (gemas vegetativas): avaliada por notas visuais, atribuindo um (olhos profundos), até cinco (olhos superficiais), nota média atribuída por três avaliadores (LEPRE, 2009).

3.3 Análises estatísticas

Após a obtenção dos dados foram verificadas as pressuposições da análise de variância e realizadas as análises para cada ambiente individualmente de acordo com o modelo abaixo, por meio do software R (2015):

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

em que:

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

C_i : efeito fixo do i -ésimo clone;

b_j : efeito aleatório do j -ésimo bloco, sendo $b_j \sim N(0; \sigma^2)$;

e_{ij} : erro experimental do i -ésimo clone, no j -ésimo bloco, assumindo que sejam independentes e $e_{ij} \sim N(0; \sigma^2)$.

Após realizadas as análises de variâncias individuais, foi verificado a relação entre o maior e o menor quadrado médio do erro, em todos os casos esta relação foi menor que 7, que indica que as variâncias residuais são homogêneas e a análise conjunta pode ser realizada como mencionado por Pimentel-Gomes (1999).

Em seguida foi realizada a análise de variância conjunta de acordo com o modelo abaixo, por meio do software R (2015):

$$Y_{ijk} = \mu + C_i + A_k + CA_{ik} + b_{j(k)} + e_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} : observação do i -ésimo clone, no k -ésimo ambiente, no j -ésimo bloco;

C_i : efeito fixo do i -ésimo clone;

A_k : efeito fixo do k-ésimo ambiente, sendo $A_k \sim N(0; \sigma^2)$;

CA_{ik} : efeito da interação do i-ésimo clone no k-ésimo ambiente, sendo $CA_{ik} \sim N(0; \sigma^2)$;

$B_{j(k)}$: efeito aleatório do bloco j, dentro do ambiente k, sendo $B_{j(k)} \sim N(0; \sigma^2)$;

e_{ij} : erro experimental do i-énimo clone, no j-ésimo bloco, assumindo que sejam independentes e $e_{ij} \sim N(0; \sigma^2)$.

Para melhor explicar a interação procedeu-se a decomposição do componente de variância da interação nas suas partes simples e complexas. A parte complexa é a que importa para os melhoristas visto que quando ela está presente ela muda o ranqueamento (RAMALHO et al. 2012).

As médias dos clones foram agrupadas pelo teste de Scott e Knott (1974). Acurácia do experimento foi verificada através da acurácia seletiva (RESENDE, 2002):

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

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

Para classificar os clones de acordo com a aptidão culinária em que cada um se enquadra foi empregado o método dos níveis independentes de eliminação, que é baseado em estabelecer níveis mínimos para cada característica e assim selecionou-se clones que se enquadram nos limites pré-estabelecidos (RAMALHO et al. 2012). Para ser classificado para o mercado in natura a média de produção do clone deveria ser superior à média geral, possuir um formato de oval a alongado, peso específico, profundidade de olhos, textura da periderme e aparência geral igual ou superior ao da testemunha do segmento (Ágata). Para o segmento de chips o clone deveria possuir média de produção maior que a média geral, formato redondo, peso específico e profundidade de olhos iguais ou superiores da

testemunha do segmento (Atlantic). E para o segmento de pré-fritas o clone deveria possuir média de produção maior que a média geral, formato alongado, peso específico e profundidade de olhos igual ou superior da testemunha para o segmento (Asterix).

Constatada a presença da interação GxA (teste F significativo), procedeu-se à análise de estabilidade, que permite quantificar a adaptação e a estabilidade de produção. Esta avaliação foi realizada utilizando o método GGE-Biplot (Genotype and Genotype-Environment Interaction) pelo modelo (YAN et al. 2001), através do software R (2015) utilizando o pacote GGEBiplotGUI, de acordo com o modelo abaixo:

$$G + GE = [(g_i + ge_{ij})] = \sum_{s=1}^n \lambda_s \gamma_{is} \delta_{js} + \rho_{ij}$$

em que:

$G + GE$: matriz dos efeitos dos genótipos somados aos efeitos das interações genótipos por ambientes;

λ_s : valor singular do s -ésimo componente principal;

γ_{is} e δ_{js} : autovetores do s -ésimo componente principal associado ao efeito genótipo i e ambiente j , respectivamente;

n : número dos componentes principais retidos do modelo;

ρ_{ij} : ruído.

A partir dos escores foram obtidos gráficos biplots para melhorar o entendimento da inter-relação entre genótipos e ambientes, conforme Yan e Tinker (2006). Estes são construídos a partir da decomposição das médias, apresentando qual o genótipo possui o melhor desempenho.

No trabalho os biplots foram construídos a partir dos dois primeiros componentes principais do efeito dos tratamentos mais a interação (GxA) (PCA1 e PCA2). O ruído corresponde ao erro da interação (GxA) que são os componentes principais que não estão no modelo.

4 RESULTADOS

4.1 Análises de variância individuais

As tabelas de análises de variância dos dados provenientes dos seis ensaios conduzidos nos diferentes ambientes estão apresentadas nos Apêndices (A a F). Para a maioria dos caracteres os resultados das análises mostram que ao menos um genótipo difere significativamente dos demais ($p < 0,05$) em todos os ensaios, apenas para profundidade de olho nos ensaios de Senador Amaral (2014) e Senador Amaral (2015) não houve significância (Apêndice B e F).

Os contrastes entre os clones MLG e as cultivares utilizadas como testemunhas foram significativos ($p < 0,05$) e indicaram que as médias dos clones foram superiores para produção total de tubérculos em quatro ambiente, apresentando uma superioridade de 163% (Lavras 2014), 54% (Senador Amaral 2014), 105% (Lambari 2015) e 57% (Senador Amaral 2015). Nos demais ambientes não houve diferença significativa entre clones e testemunhas (Apêndices A a F).

Os contrastes para a produção de tubérculos graúdos, que são os tubérculos de maior valor comercial evidenciaram que as médias dos clones MLG foram superiores às testemunhas em cinco ensaios: Lavras 2014 (227%), Senador Amaral 2014 (63%), Lavras 2015 (116%), Lambari 2015 (135%), e Senador Amaral 2015 (90%) (Apêndices A a F).

Os clones também foram superiores às testemunhas para peso específico de tubérculos, que é correlacionado ao conteúdo de matéria seca dos tubérculos sendo que cada aumento de 0,005 unidade no peso específico representa cerca de 1% a mais no conteúdo de matéria seca dos tubérculos (SCHIPPERS 1976). Os contrastes entre MLG e as testemunhas nos ensaios foram significativos ($p < 0,05$) para esta característica, indicando uma superioridade da média dos clones em relação as testemunhas. Em Lavras 2014 houve uma superioridade de 17%, Senador Amaral 2014 (14%), Lambari 2015 (9%) e Senador Amaral 2015 (17%), em relação a matéria seca (Apêndices A a F).

Para a aparência geral de tubérculos as testemunhas superaram os clones em três ensaios, e nos demais não houve diferenças significativas entre eles. Para os componentes da aparência geral dos tubérculos (textura da periderme, profundidade de olhos e formato de tubérculos) não foram detectadas diferenças significativas na maioria dos ensaios (Apêndice A a F).

O ambiente que apresentou a maior média para produtividade de tubérculos graúdos foi Lavras 2014 (812,75 gramas.planta⁻¹) (Tabela 3). Infere-se que o resultado obtido neste ensaio foi decorrente ao superior estado fisiológico das sementes em comparação aos demais ensaios. Já em Bom Repouso 2015 a média foi de apenas 315,22 gramas.planta⁻¹, em função da dessecação da lavoura ter sido feita com apenas 85 dias após o plantio, e o incremento da produção de tubérculos graúdos se estender até 110 dias após o plantio (SILVA et al. 2015). O ensaio de Lavras 2015 teve uma média 450,87 gramas.planta⁻¹, devido ao menor tamanho da semente utilizada neste ensaio, o que gera menor número de hastes e retarda a emergência das plantas, diminuindo a produção total (TEIXEIRA et al. 2010).

Para o peso específico de tubérculos as médias dos ambientes foram semelhantes. Em Senador Amaral 2014 (Tabela 4), o peso específico foi de apenas 1,0593, devido a temperaturas mais elevadas, já que altas temperaturas diminui o teor de matéria seca nos tubérculos (BENITES 2007). O ensaio de Lavras 2015 (Tabela 4) apresentou a maior média para peso específico de tubérculos (1,079) o que era esperado visto que a temperatura foi a mais amena (MENEZES et al. 2001) dentre todos os ambientes. O baixo peso específico de tubérculos no ensaio de Lambari 2015 (Tabela 4), está associado ao fato do ensaio ter recebido menos luz, e o acúmulo de matéria seca depende de quanta radiação solar a planta intercepta (HAVERKORT; VERHAGEN, 2008).

4.2 Análises de variância conjunta

A análise de variância conjunta está apresentada na Tabela 2. Houveram diferenças significativas ($p < 0,05$) para os genótipos e para os ambientes. Para a interação genótipos por ambientes foi verificada significância ($p < 0,05$), indicando um comportamento não coincidente dos genótipos nos diferentes ambientes. A acurácia seletiva foi muito alta ($>0,80$) (RESENDE; DUARTE, 2007) para todas as características, o que indica que houve alta precisão experimental no conjunto de ensaios realizados, e que há variabilidade entre os genótipos (Tabela 2).

A soma de quadrados da interação apresentou maior magnitude quando comparada com as outras fontes de variação. Para a produção total de tubérculos a interação foi responsável por 31,4% da variação total, enquanto clones e ambientes foram responsáveis por 18,3% e 14,6% da variação. O mesmo se observou para produção de tubérculos graúdos, a interação corresponde por 29,5% da variação total, enquanto clones e ambientes 19,4% e 17,2%, respectivamente. Resultado semelhante foi observado para a aparência geral dos tubérculos em que a interação se mostrou responsável por maior parte da variação, 33,2%, enquanto clones e ambientes representaram 16,7% e 18,9%. Quando analisados separadamente os componentes da aparência geral dos tubérculos (textura da periderme, profundidade de olho e formato de tubérculos) foram menos afetados pela interação GxA, sendo que a maior parte da variação para estas características foi devida aos genótipos e ambientes e não a GxA. O mesmo ocorreu para o peso específico de tubérculos em que a interação foi responsável por apenas 12,6% da variação total, já os genótipos contribuíram com 41,1% e os ambientes com 23,7% da variação total (Tabela 2).

A decomposição do componente de variância da interação mostra que a parte complexa da interação foi a maior responsável pela variação, para a produção de tubérculos graúdos a parte complexa correspondeu a 89%, para o peso específico de tubérculos correspondeu a 93% e para a

aparência geral de tubérculos ela representou 98%. Assim fica claro que para todas as características a interação complexa foi a mais presente, e isto implica numa mudança no ranqueamento dos clones nos ambientes avaliados.

Pelos contrastes entre clones e testemunhas das análises conjuntas pode-se afirmar que as médias dos clones MLG foram superiores as testemunhas para a produção total de tubérculos (69%), produção de tubérculos graúdos (88%), e também para o peso específico (matéria seca) de tubérculos (11%) (Tabela 2). Para a nota de aparência geral de tubérculos o contraste mostra que a média das testemunhas foi superior aos clones, em que as mesmas foram 16% melhores. Na Tabela 5 são apresentadas as médias de cada clone na média dos seis ambientes e também em qual segmento cada clone se encaixa. Apenas três clones não se enquadram em nenhum dos segmentos de mercado (G3, G7 e G12), todos os outros se enquadram em pelo menos um dos segmentos de mercado, o que é de grande valia, pois não há utilidade em um clone muito produtivo, se ele não se enquadrar em pelo menos um dos segmentos.

Tabela 2. Resumo da análise de variância conjunta para produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos, peso específico, aparência geral, textura da periderme, profundidade de olho e formato dos tubérculos dos clones e das testemunhas.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio						
		Produção (g/planta)	Produção (g/grãos/planta)	Peso Específico	Aparência geral	Textura da periderme	Profundidade de olho	Formato dos tubérculos
Bloco:Ambientes	12	142368 ^{ns}	82422 ^{ns}	1,012x10 ^{-4ns}	0,312 ^{ns}	0,578*	0,198 ^{ns}	0,323.
Genótipos	21	720229**	612509**	9,951x10 ^{-4*}	1,439**	6,343**	0,780**	4,654**
Clones	17	406962**	361989**	4,751x10 ^{-4**}	0,951**	5,819**	0,390**	2,864**
Testemunhas	3	203575**	491182**	2,702x10 ^{-3**}	0,670 ^{ns}	9,408**	2,776**	16,268**
Clones vs Testemunhas	1	7595714**	5235338**	4,777x10 ^{-3**}	12,040**	6,059**	1,409*	0,240 ^{ns}
Ambientes	5	2407571**	2276210**	2,411x10 ^{-3**}	6,845**	3,308**	3,264**	1,630**
Genótipos*Ambientes	105	246742**	186035**	6,110x10 ^{-5*}	0,572**	0,641**	0,227**	0,510**
Clones*Ambientes	85	262160**	198137**	6,240x10 ^{-5*}	0,438**	0,591**	0,240*	0,532**
Testemunhas*Ambientes	15	65018**	36907 ^{ns}	3,320x10 ^{-5ns}	0,650**	0,946**	0,180*	0,398**
Clones vs Testemunhas*Ambientes	5	518511**	398754*	1,180x10 ^{-4ns}	2,666**	0,614 ^{ns}	0,157 ^{ns}	0,448 ^{ns}
Erro	236	115943	92109	4,270x10 ⁻⁵	0,210	0,318	0,149	0,198
Acurácia seletiva (%):		91,74	92,26	97,83	92,42	97,45	89,90	97,85
Média Clones		894,34 a	665,96 a	1,0716 a	2,89 b	2,80	3,44	3,43
Média Testemunhas		528,58 b	354,21 b	1,0624 b	3,35 a	3,12	3,59	3,31

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

Tabela 3 – Médias dos clones e das testemunhas, para produtividade de tubérculos graúdos em seis ambientes na região sul de Minas Gerais

CLONES	A1 Lavras/2014	A2 Senador Amaral/2014	A3 Lavras/2015	A4 Lambari/2015	A5 Bom Reposou/2015	A6 Senador Amaral/2015	MÉDIA
G1 - MLG-01.02	1005,55 A	950,00 A	374,16 B	683,33 A	461,66 A	1200,00 A	779,12
G2 - MLG-01.06	1088,88 A	1190,00 A	606,66 A	913,33 A	605,00 A	1458,33 A	977,03
G3 - MLG-02.12	788,88 A	1179,16 A	246,66 B	1025,00 A	355,83 A	868,05 A	743,93
G4 - MLG-03.03	1200,00 A	822,22 B	281,66 B	561,66 B	303,33 B	825,00 A	665,64
G5 - MLG-05.01	755,55 A	600,00 B	287,50 B	295,83 B	201,11 B	1218,33 A	559,72
G6 - MLG-11.05	811,11 A	1295,83 A	538,33 A	1250,55 A	525,00 A	1155,55 A	929,39
G7 - MLG-11.45	772,22 A	606,25 B	336,66 B	510,00 B	271,66 B	1118,33 A	602,52
G8 - MLG-12.16	1194,44 A	566,66 B	236,66 B	726,66 A	893,33 A	992,22 A	768,33
G9 - MLG-14.12	827,77 A	353,75 B	495,83 A	848,88 A	106,66 B	160,00 B	465,48
G10 - MLG-17.48	1050,00 A	1175,00 A	538,61 A	755,00 A	257,50 B	524,16 B	716,71
G11 - MLG-17.50	927,77 A	662,50 B	854,16 A	756,66 A	80,00 B	248,33 B	588,24
G12 - MLG-20.01	966,66 A	761,11 B	358,33 B	547,50 B	246,66 B	537,50 B	569,62
G13 - MLG-20.12	683,33 A	812,50 B	620,83 A	756,66 A	54,16 B	248,33 B	529,30
G14 - MLG-20.14	683,33 A	733,33 B	525,83 A	598,33 B	384,72 A	523,33 B	574,81
G15 - MLG-20.17	911,11 A	375,00 B	664,16 A	445,00 B	600,00 A	439,44 B	572,45
G16 - MLG-22.23	761,11 A	700,00 B	544,44 A	233,33 B	176,66 B	428,33 B	473,98
G17 - MLG-23.24	1638,88 A	541,66 B	493,33 A	780,00 A	120,83 B	250,00 B	637,45
G18 - MLG-23.37	738,88 A	1400,00 A	991,66 A	906,66 A	225,00 B	896,66 A	859,81
G19 - AGATA	144,44 B	466,66 B	275,00 B	276,66 B	395,83 A	125,55 B	280,69
G20 - ASTERIX	83,33 B	493,33 B	94,44 B	250,00 B	43,33 B	212,50 B	196,15
G21 - ATLANTIC	594,44 A	611,11 B	341,66 B	504,16 B	440,00 A	887,50 A	563,14
G22 - CUPIDO	252,77 B	436,66 B	212,50 B	160,00 B	186,66 B	306,66 B	259,21
MÉDIA	812,75	760,58	450,87	626,60	315,22	664,73	605,12

*Médias seguidas da mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott e Knott ($p < 0,05$).

Tabela 4 – Médias dos clones e das testemunhas, para peso específico de tubérculos em seis ambientes na região sul de Minas Gerais.

CLONES	A1 Lavras/2014	A2 Senador Amaral/2014	A3 Lavras/2015	A4 Lambari/2015	A5 Bom Repouso/2015	A6 Senador Amaral/2015	MÉDIA
G1 - MLG-01.02	1,0659 C	1,0521 B	1,0757 B	1,0617 C	1,0650 B	1,0681 A	1,0648
G2 - MLG-01.06	1,0688 C	1,0577 B	1,0672 C	1,0642 C	1,0666 B	1,0638 B	1,0647
G3 - MLG-02.12	1,0651 C	1,0526 B	1,0736 B	1,0576 C	1,0600 C	1,0593 B	1,0614
G4 - MLG-03.03	1,0714 C	1,0564 B	1,0858 A	1,0721 B	1,0690 B	1,0688 A	1,0706
G5 - MLG-05.01	1,0715 C	1,0622 A	1,0819 A	1,0622 C	1,0645 B	1,0704 A	1,0688
G6 - MLG-11.05	1,0736 C	1,0570 B	1,0744 B	1,0601 C	1,0682 B	1,0746 A	1,0680
G7 - MLG-11.45	1,0709 C	1,0670 A	1,0771 B	1,0754 A	1,0726 A	1,0829 A	1,0743
G8 - MLG-12.16	1,0707 C	1,0621 A	1,0848 A	1,0717 B	1,0692 B	1,0752 A	1,0723
G9 - MLG-14.12	1,0743 C	1,0531 B	1,0838 A	1,0784 A	1,0664 B	1,0717 A	1,0713
G10 - MLG-17.48	1,0676 C	1,0630 A	1,0764 B	1,0743 B	1,0683 B	1,0734 A	1,0705
G11 - MLG-17.50	1,0783 B	1,0681 A	1,0882 A	1,0788 A	1,0700 B	1,0794 A	1,0771
G12 - MLG-20.01	1,0724 C	1,0637 A	1,0667 C	1,0702 B	1,0737 A	1,0690 A	1,0693
G13 - MLG-20.12	1,0838 B	1,0692 A	1,0837 A	1,0734 B	1,0712 B	1,0690 A	1,0750
G14 - MLG-20.14	1,0785 B	1,0716 A	1,0837 A	1,0815 A	1,0750 A	1,0799 A	1,0784
G15 - MLG-20.17	1,0699 C	1,0601 A	1,0796 A	1,0680 B	1,0791 A	1,0776 A	1,0724
G16 - MLG-22.23	1,0929 A	1,0714 A	1,0924 A	1,0773 A	1,0802 A	1,0809 A	1,0825
G17 - MLG-23.24	1,0749 C	1,0501 B	1,0782 A	1,0713 B	1,0877 A	1,0626 B	1,0708
G18 - MLG-23.37	1,0728 C	1,0621 A	1,0828 A	1,0723 B	1,0689 B	1,0744 A	1,0722
G19 - AGATA	1,0514 D	1,0460 C	1,0648 C	1,0517 C	1,0528 C	1,0484 C	1,0525
G20 - ASTERIX	1,0676 C	1,0565 B	1,0837 A	1,0671 B	1,0693 B	1,0606 B	1,0674
G21 - ATLANTIC	1,0743 C	1,0608 A	1,0892 A	1,0786 A	1,0830 A	1,0822 A	1,0780
G22 - CUPIDO	1,0489 D	1,0416 C	1,0650 C	1,0558 C	1,0535 C	1,0490 C	1,0523
MÉDIA	1,0712	1,0593	1,0790	1,0693	1,0697	1,0701	1,0698

*Médias seguidas da mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott e Knott ($p < 0,05$).

Tabela 5 – Médias dos clones e das testemunhas para todas as características avaliadas em seis ambientes na região sul de Minas Gerais.

Clone	Produção (g/planta)	Produção (g.graúdo/planta)	Peso Específico	Aparência Geral	Formato	Pele	Olho	Aptidão
G1 - MLG-01.02	920,18 B	779,12 B	1,0648 D	3,00 C	3,25 C	3,27 B	3,20 C	MESA
G2 - MLG-01.06	1201,56 A	977,03 A	1,0651 D	3,25 B	3,87 B	2,57 C	3,31 B	PRÉ-FRITA
G3 - MLG-02.12	975,69 B	743,93 B	1,0614 D	2,79 C	3,15 C	2,72 C	3,45 B	-
G4 - MLG-03.03	930,23 B	665,64 B	1,0706 C	3,25 B	3,29 C	3,14 B	3,51 A	PRÉ-FRITA/MESA
G5 - MLG-05.01	759,25 C	559,72 C	1,0688 C	2,58 D	3,31 C	2,98 C	3,37 B	PRÉ-FRITA
G6 - MLG-11.05	1046,15 A	929,39 A	1,0680 C	3,00 C	3,22 C	1,29 F	3,38 B	PRÉ-FRITA
G7 - MLG-11.45	729,80 C	602,52 C	1,0747 B	2,71 D	2,83 D	1,75 E	3,27 B	-
G8 - MLG-12.16	964,53 B	768,33 B	1,0723 C	2,96 C	3,11 C	2,79 C	3,68 A	PRÉ-FRITA
G9 - MLG-14.12	632,31 C	465,48 C	1,0716 C	2,56 D	3,20 C	2,77 C	3,14 C	PRÉ-FRITA
G10 - MLG-17.48	1024,19 A	716,71 B	1,0710 C	2,62 D	3,74 B	2,87 C	3,44 B	PRÉ-FRITA
G11 - MLG-17.50	788,98 C	588,24 B	1,0771 B	3,09 B	3,51 B	2,98 C	3,42 B	PRÉ-FRITA
G12 - MLG-20.01	824,88 B	569,62 C	1,0693 C	2,96 C	2,64 E	3,57 A	3,35 B	-
G13 - MLG-20.12	818,36 B	529,30 C	1,0753 B	2,87 C	3,20 C	2,96 C	3,64 A	PRÉ-FRITA
G14 - MLG-20.14	884,62 B	574,81 C	1,0786 B	2,51 D	3,85 B	2,70 C	3,50 A	PRÉ-FRITA
G15 - MLG-20.17	700,18 C	572,45 C	1,0724 C	2,81 C	3,31 C	2,25 D	3,46 B	PRÉ-FRITA
G16 - MLG-22.23	840,88 B	473,98 C	1,0835 A	2,83 C	3,64 B	3,38 A	3,59 A	PRÉ-FRITA
G17 - MLG-23.24	900,98 B	637,45 B	1,0710 C	3,18 B	4,35 A	3,42 A	3,61 A	PRÉ-FRITA/MESA
G18 - MLG-23.37	1155,23 A	859,81 A	1,0722 C	2,97 C	3,44 C	2,88 C	3,50 A	PRÉ-FRITA
G19 - AGATA	551,66 D	280,69 C	1,0518 E	3,38 A	3,54 B	3,60 A	3,78 A	MESA
G20 - ASTERIX	422,20 D	196,15 D	1,0681 C	3,08 B	4,35 A	3,14 B	3,88 A	PRÉ-FRITA/MESA
G21 - ATLANTIC	671,22 C	563,14 C	1,0774 B	3,38 A	2,01 F	2,05 D	3,00 C	CHIPS
G22 - CUPIDO	469,21 D	259,21 D	1,0523 E	3,54 A	3,31 C	3,64 A	3,68 A	MESA

*Médias seguidas da mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott e Knott ($p < 0,05$).

4.3 GGE biplot

4.3.1 Produção de tubérculos graúdos

Na figura 1 está representado o biplot entre os genótipos e os ambientes para a produção de tubérculos graúdos, este foi construído com os valores singulares focados no ambiente (os valores singulares são particionados inteiramente para o ambiente, $SVP = 2$), escala = 0 e centralizado em $G + G \times A$. Os clones e as testemunhas são representados como G1 a G22 e os ambientes como A1 a A6 (Tabela 3). A análise GGE biplot obteve uma boa eficiência, explicando 71,78% da soma de quadrados de $G + G \times A$, que é semelhante comparado com outros trabalhos utilizando a metodologia para a batata (MUTHONI et al. 2015; GEDIF et al. 2014; BAI et al. 2014).

As linhas traçadas entre a origem e os ambientes são utilizadas para especificar a inter-relação entre ambientes e genótipos. A performance de um genótipo em um determinado ambiente é representada pelo ângulo formado entre o genótipo e ambiente. Assim se este ângulo for menor que 90° a performance do genótipo neste ambiente é maior que a média, se o ângulo for maior que 90° a performance é abaixo da média. E o genótipo está na média do ambiente se o ângulo for de aproximadamente 90° (YAN, 2006). No presente caso o genótipo forma ângulos pequenos ($<90^\circ$) com todos os ambientes, o que demonstra que este tratamento está acima da média em todos os ambientes (Figura 1).

Houve uma inter-relação entre os ambientes A5, A6, A2 e A4 já que os ângulos entre estes ambientes foram menores que 90° . Os ambientes A1 e A3 também foram inter-relacionados visto o menor ângulo formado entre eles.

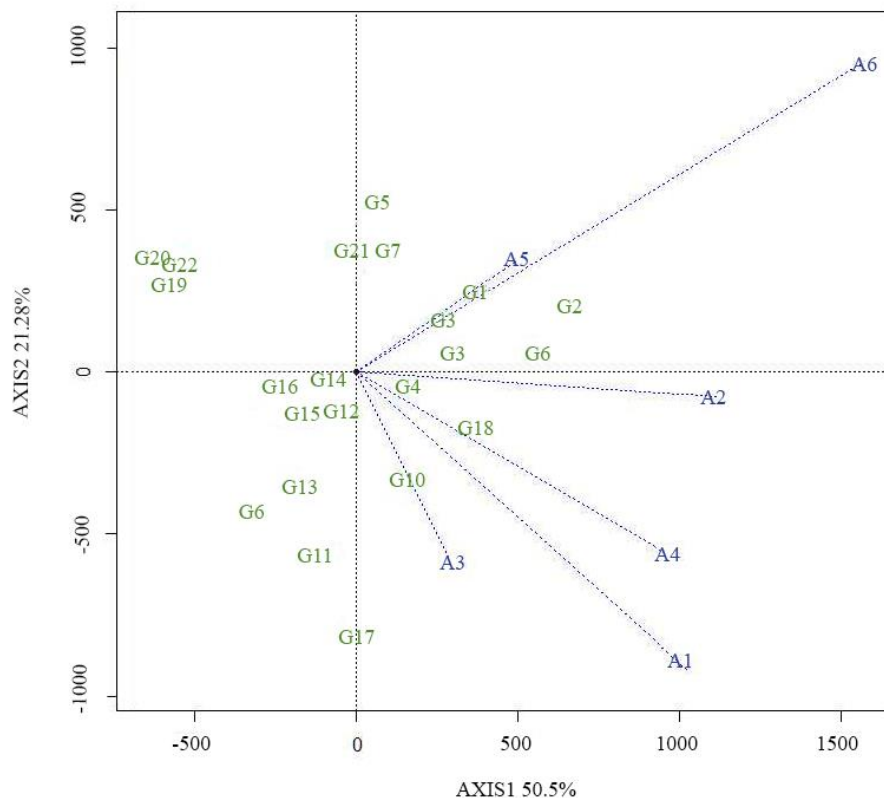


Figura 1: GGE Biplot para produção de tubérculos graúdos, demonstrando a relação entre os genótipos e os ambientes.

Na figura 2 é possível visualizar o agrupamento dos diferentes ambientes com base nos melhores genótipos formando os mega-ambientes, o biplot foi construído com $SVP = 2$, escala = 0 e centralizado no $G + G \times A$. Os vértices do polígono são formados pelos genótipos G5, G2, G9, G17 e G20. Os ambientes foram divididos em dois grupos, de acordo com as linhas vermelhas que saíram da origem do biplot, essa divisão é realizada de acordo com a variação do grupo de clones em um determinado grupo de ambientes, os ambientes foram agrupados da seguinte forma (i) A1 e A3 (Lavras 2014 e Lavras 2015), (ii) A2, A4, A5 e A6 (Senador Amaral 2014, Lambari 2015, Bom Repouso 2015 e Senador Amaral 2015).

Os genótipos que estão nos vértices dos grupos de ambientes

representam os melhores genótipos para aquele mega-ambiente. O clone G17 (MLG-23.37), é o vértice do setor que engloba os ambientes A1 e A3, dessa forma este foi o melhor clone nestes dois ambientes. Já para o setor que agrupou os ambientes A2, A4, A5 e A6 o genótipo localizado no vértice é o G2 (MLG-01.06), assim sendo este foi o melhor neste mega-ambiente. Nos setores onde não foram agrupados nenhum dos ambientes em que estão os genótipos G5, G7, G14, G16, G19, G20, G21 e G22 mostra que estes obtiveram as piores médias em um ou mais dos ambientes. Dentre estes genótipos com as piores médias estão todas as quatro testemunhas utilizadas nos ensaios (G19, G20, G21 e G22) que evidencia a superioridade dos clones MLG em relação as mesmas.

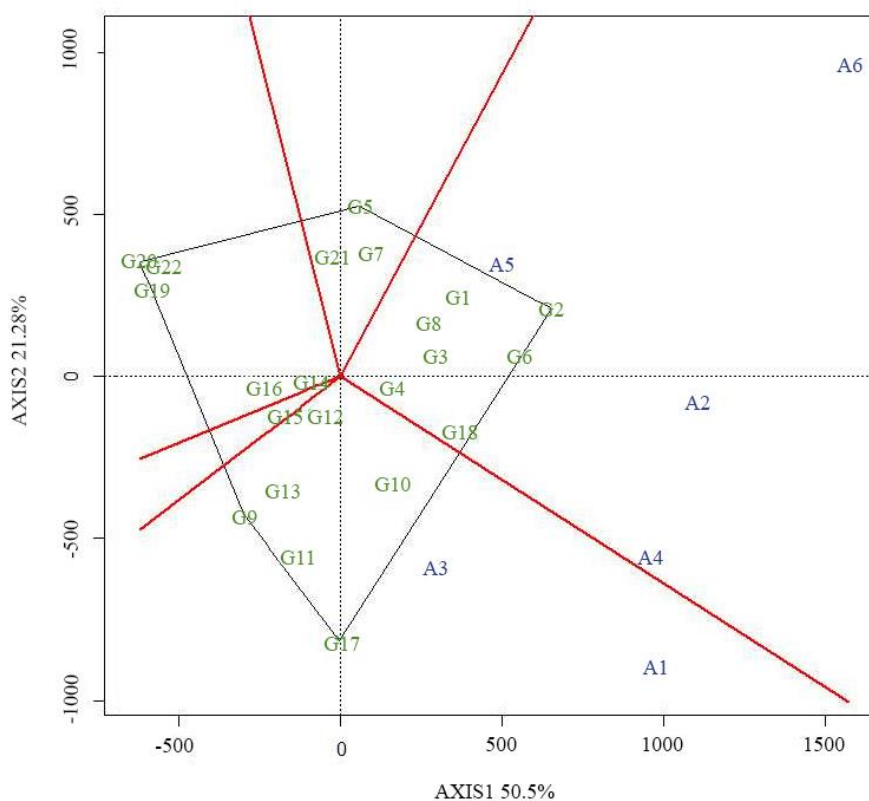


Figura 2: GGE biplot “Quem vence onde” para produção de tubérculos graúdos, que mostra quais genótipos obtiveram melhor produção em qual ambiente.

Um dos gráficos mais úteis é denominado “Média vs Estabilidade” em que é possível visualizar genótipos que possuam médias altas e sejam estáveis, pois nada adianta um genótipo apresentar alta estabilidade se com essa não houver uma produtividade satisfatória (YAN, TYNKER, 2006). Na Figura 3 está representado o biplot que mostra a “Média vs Estabilidade”, este foi construído centralizado em $G + G \times A$ (centralização = 2), e com $SVP = 1$.

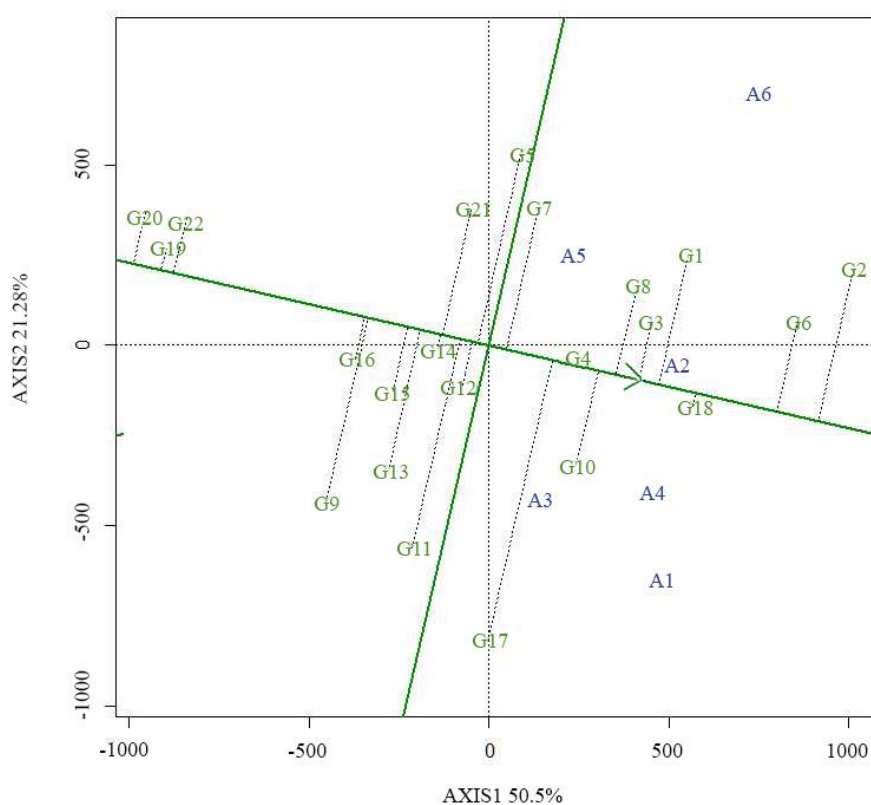


Figura 3: GGE biplot “Média vs. Estabilidade” para produção de tubérculos graúdos, que mostra a produção média e a estabilidade dos genótipos.

A linha com a seta que passa pela origem do gráfico é o eixo do ambiente médio, a seta indica o sentido de maiores produções. A linha perpendicular ao eixo do ambiente média está relacionada a estabilidade do

genótipo, em que quanto menor o afastamento do genótipo desta linha, maior sua estabilidade.

Os genótipos podem ser classificados de acordo com sua produção para tubérculos graúdos seguindo a ordem: G2>G6>G18>G1>G3...>G9>G16>G22>G19>G20. O genótipo G2 (MLG-01.06) foi o mais produtivo, porém ele apresenta menor estabilidade quando comparado ao genótipo G6 (MLG-11.05) que também apresentou uma produção acima da média (segundo melhor). Contudo os genótipos mais estáveis para a produção de tubérculos graúdos foram G4 (MLG-03.03), G14 (MLG-20.14) e G18 (MLG-23.37) com destaque para o G4 e G18 que aliado a estabilidade obtiveram uma produção acima da média. O genótipo que mais contribuiu com a interação foi o G17 (MLG-23.24), que apesar de apresentar uma produção acima da média, se destacando nos ambientes A1 e A3, não apresentou bom desempenho nos demais ambientes.

O conceito de ideótipo é utilizado para descrever uma planta que apresente características desejáveis em um determinado ambiente. No presente caso o ideótipo seria o genótipo que apresenta alta produtividade e estabilidade. A Figura 4 mostra o ideótipo para produção total de tubérculos graúdos neste conjunto de ambientes, e que está representado no centro dos círculos concêntricos. Desta forma os genótipos mais próximos do centro do círculo são os mais próximos do ideal. O genótipo considerado o ideótipo para estes ambientes foi o G6 (MLG-11.05), seguido do G18 (MLG-23.37) e G2 (MLG-01.06).

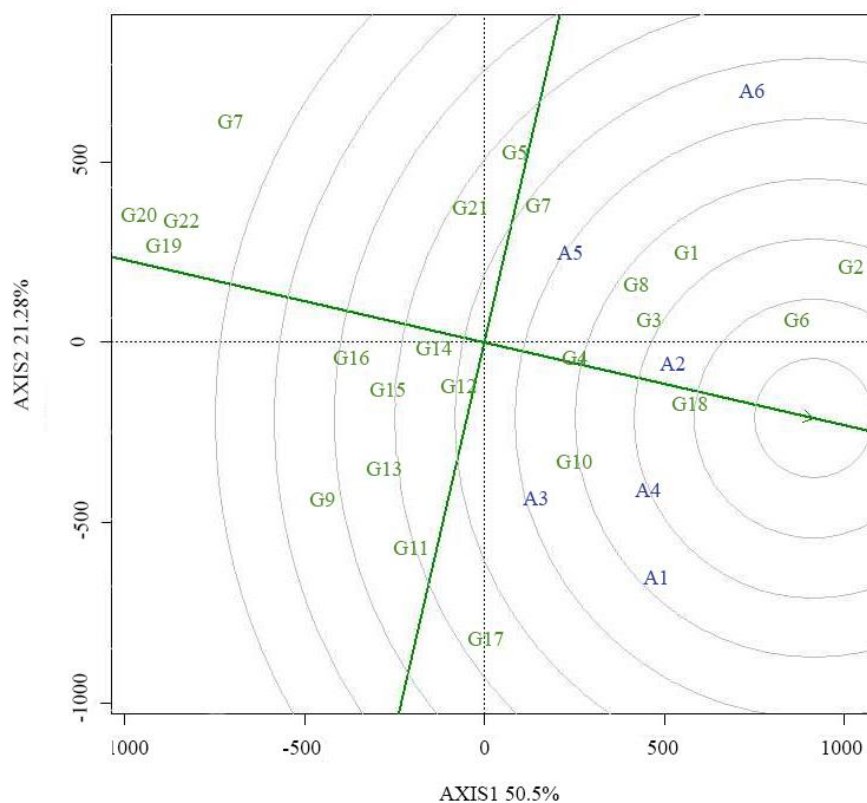


Figura 4: GGE biplot que classifica os genótipos de acordo com um ideotipo para produção de tubérculos graúdos.

Ambientes de testes ideais são aqueles que possuem maior poder de discriminar os genótipos, e melhor representar os demais ambientes. Na Figura 5 está representado o biplot intitulado de “Discriminativos vs representativos” que foi construído com $SVP = 2$, centralizado em $G + G \times A$ e escala = 0. O comprimento da linha que sai da origem até o ponto onde está localizado o ambiente representa o desvio padrão das médias dos genótipos, e é utilizado para medir a discriminação do ambiente (YAN, 2011). Desta forma o ambiente que mais discriminou os genótipos para a produção total de tubérculos graúdos foi o A6 (Senador Amaral 2015 safra das águas), sendo o mais indicado para testar os genótipos. Já o ambiente mais representativo é aquele que possui menor ângulo com o eixo do

ambiente média, que no presente caso foi o A2 (Senador Amaral 2014 safra das águas). Este também é o ambiente que melhor une estas duas características, discriminante e representativo.

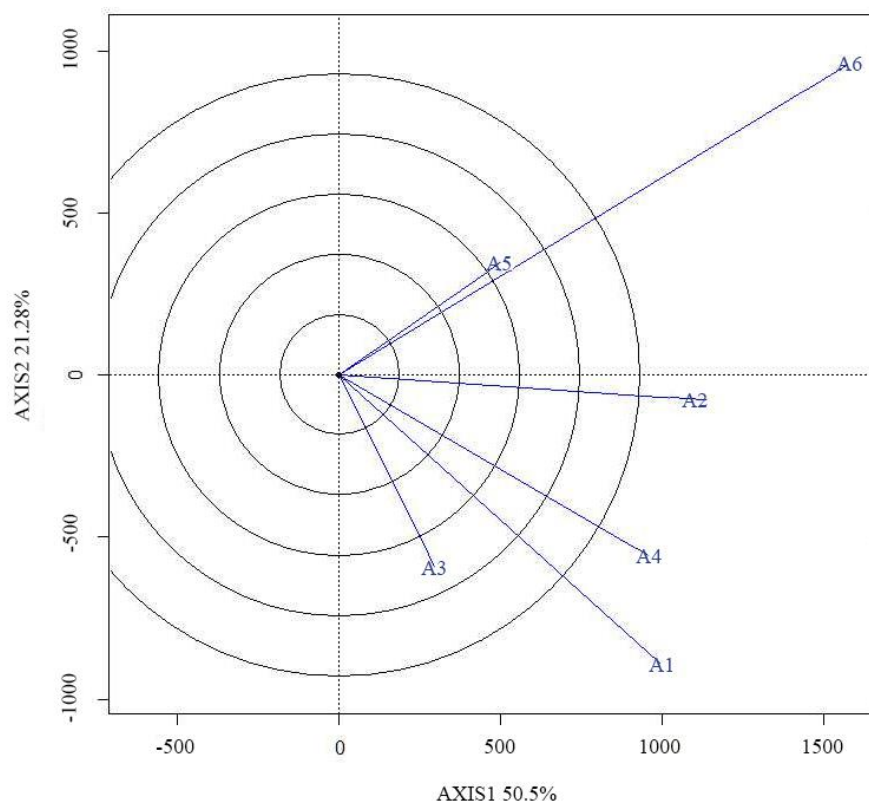


Figura 5: GGE biplot “Discriminativos vs representativos”, utilizado para classificar ambientes com melhor capacidade de discriminar e representar os ambientes de teste para a produção total de tubérculos graúdos.

4.3.2 Peso específico de tubérculos

Para o peso específico de tubérculos os ambientes de ensaio se agruparam em um diferente padrão em relação a produção de tubérculos graúdos, como pode ser visto na Figura 6. O biplot foi construído com SVP = 3 que particiona a decomposição dos valores singulares de forma igual entre genótipos e ambiente, escala = 0 e centralizado no $G + G \times A$.

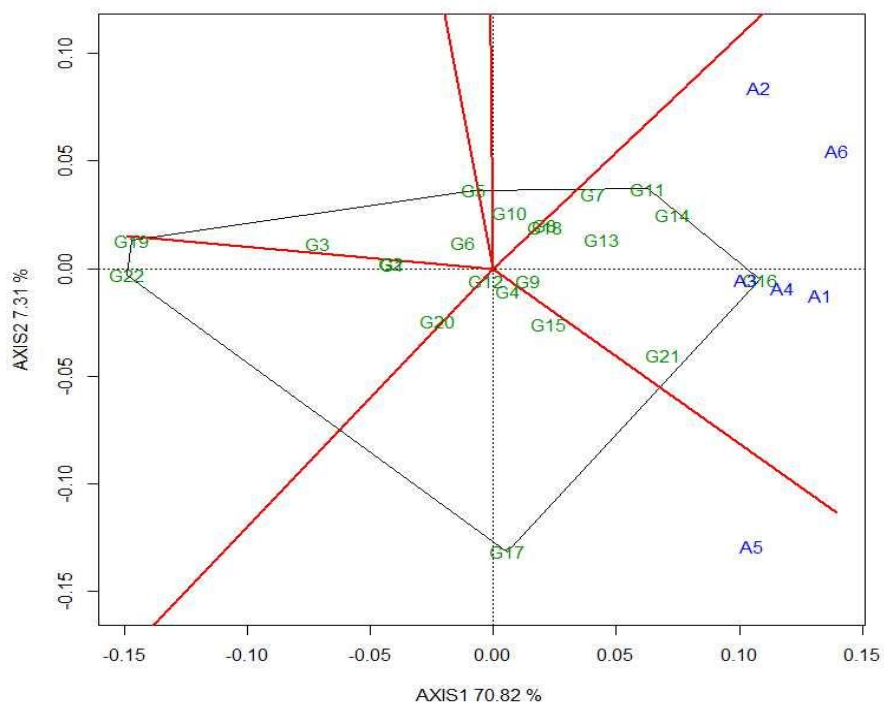


Figura 6: GGE biplot “Quem vence onde” para peso específico de tubérculos, que mostra quais genótipos obtiveram melhor produção em qual ambiente.

Para esta característica se formaram dois mega-ambientes, (i) A1, A2, A3, A4 e A6, e (ii) A5, nota-se assim que os ambientes se comportaram de forma semelhante, já que dos seis ambientes cinco se agruparam num mesmo mega-ambiente. O vértice do mega-ambiente (i) foi o genótipo G16 (MLG-22.23) que indica que este clone foi o que apresentou o maior peso específico na maioria dos ambientes que compõem este mega-ambiente. Já para o outro mega-ambiente no vértice se encontra o genótipo G17 (MLG-23.24), que apresentou peso específico maior neste ambiente.

Para verificar a estabilidade dos genótipos para o peso específico de tubérculos foi construído o biplot (escala = 0, SVP = 1, centrado em $G + G \times A$) de “Média vs Estabilidade” (Figura 9).

O genótipo G16 (MLG-22.23) foi o que apresentou maior média para tal característica, aliado a uma alta estabilidade, visto que o mesmo se

encontra bem acima da média e está bem próximo ao eixo que representa a estabilidade. Nota-se que a maioria dos genótipos foram estáveis para a característica, apresentando pequenos desvios em relação ao eixo, a exceção é o genótipo G17 (MLG-23.37), já que este possui o maior vetor em relação ao eixo, demonstrando maior instabilidade. Este genótipo também foi classificado como o mais instável para a produção de tubérculos graúdos. Os genótipos com menores médias foram G19 (Agata) e G22 (Cupido), o que era esperado visto que ambas são cultivares para o segmento de mesa, que não exige altos pesos específicos.

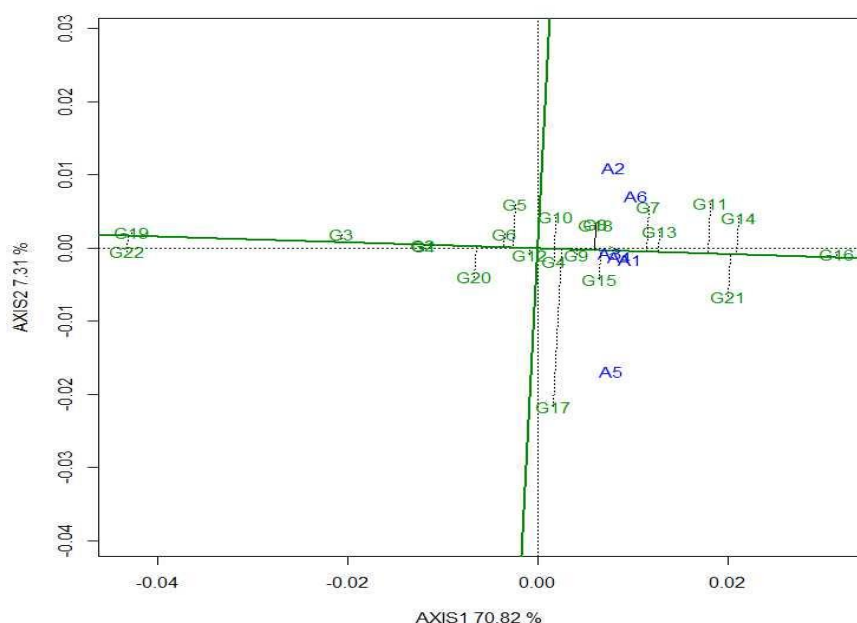


Figura 7: GGE biplot “Média vs. Estabilidade” para peso específico de tubérculos, que mostra o peso específico médio e a estabilidade dos genótipos.

Na Figura 8 está representado o biplot (escala = 0, SVP = 1 e centralizado em G + GxA) que ranqueia os genótipos de acordo com sua proximidade de um ideotipo. Pode ser notado que o tratamento G16 ficou bem no centro dos círculos concêntricos sendo considerado o genótipo que mais se assemelha ao ideotipo. Os genótipos que seguem próximos do ideotipo são G14 (MLG-20.14) e G21 (Atlantic), sendo o segundo e terceiro

mais próximo respectivamente. Porém deve se ressaltar que para o peso específico de tubérculos existem diversos níveis de interesse, de acordo com qual segmento de mercado que se deseja atender, e neste biplot o ideotipo é aquele com maior peso específico.

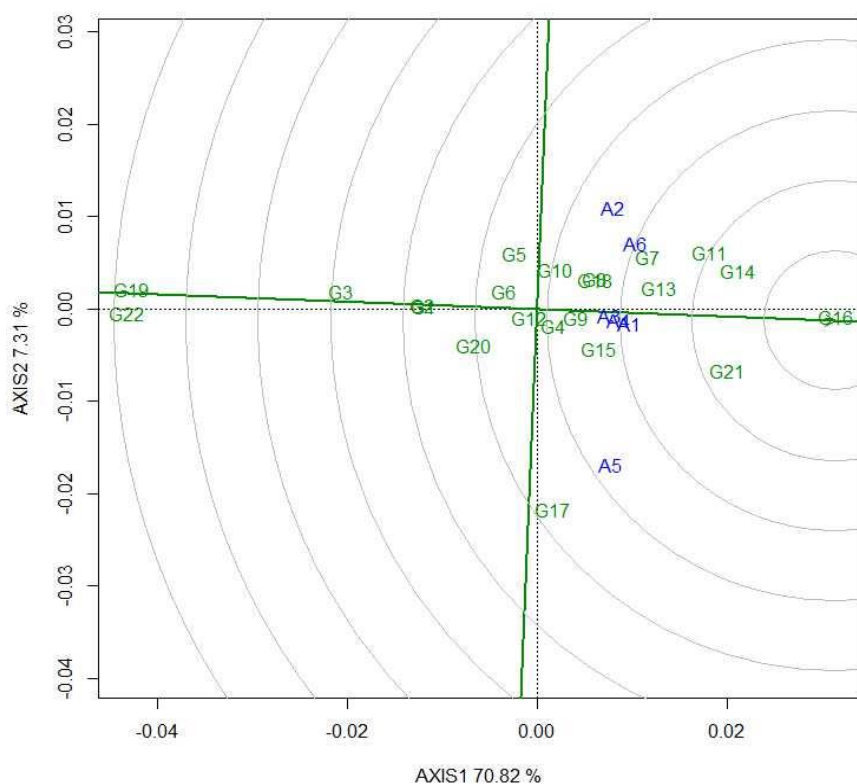


Figura 8: GGE biplot que classifica os genótipos de acordo com um ideotipo para peso específico de tubérculos.

De forma geral os ambientes se mostraram todos com o mesmo poder de discriminar os genótipos já que seus vetores são longos, que pode ser visualizado no gráfico GGE biplot denominado de “Discriminativos vs representativos” (escala = 0, SVP = 2, e centralizado em $G + G \times A$) (Figura 9). O ambiente que representa melhor este grupo de ambientes é o A3 (Lavras 2015 safra de inverno), por ter o menor ângulo com o eixo médio de ambiente. Porém o ambiente que alia ambas características, de discriminar

melhor os genótipos e ser representativo é o A1 (Lavras 2014 safra da seca).

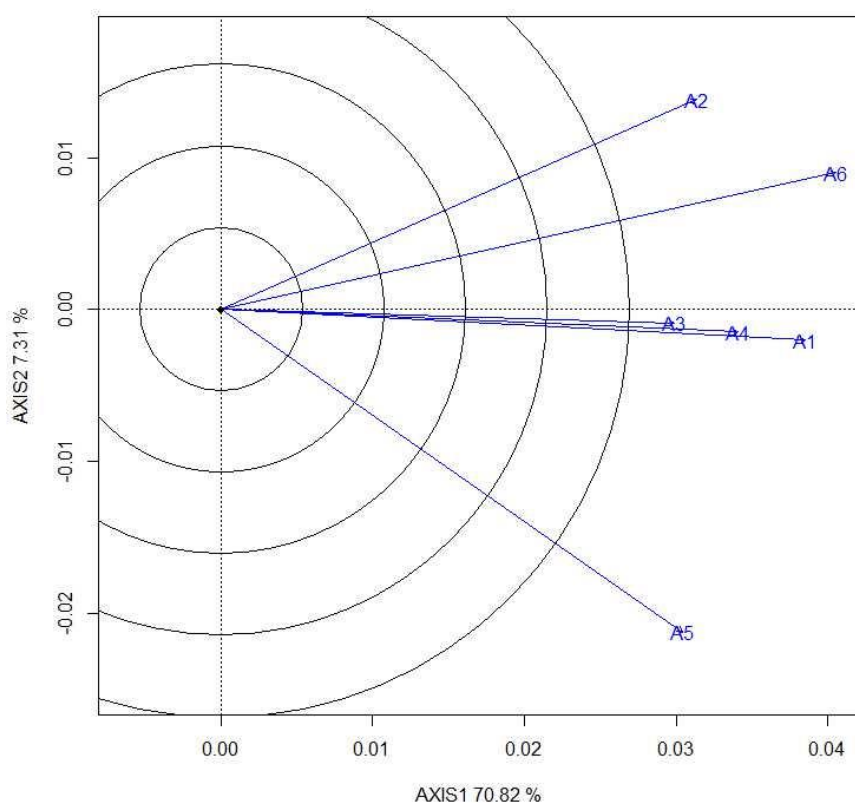


Figura 9: GGE biplot “Discriminativos vs representativos”, utilizado para classificar ambientes com melhor capacidade de discriminar e representar os ambientes de teste.

4.3.3 Aparência Geral de tubérculos

Uma característica que tem grande relação com a aceitação de novos clones para o segmento mesa (uso doméstico), é a aparência geral de tubérculos. Desta forma é interessante que além de produtivo o clone também possua uma boa aparência (tubérculos oval/alongado, pele lisa e brilhante e olhos superficiais), e que se mantenha estável nos diferentes ambientes de cultivo. Na figura 10 está representado o biplot (escala = 0, SVP = 2, e centralizado em G + GxA) que mostra como os ambientes se agrupam nos diferentes mega-ambientes: (i) A1, A4 e A6, (ii) A2 e A5, (iii)

A3. Os vértices do polígono que indicam quais genótipos foram os melhores em cada mega-ambiente são: G22 (Cupido) para (i), G19 (Ágata) para (ii) e por final para o (iii) o melhor foi G18 (MLG-23.37). Dos 18 clones MLG, nove não apresentam boa aparência no conjunto dos ambientes.

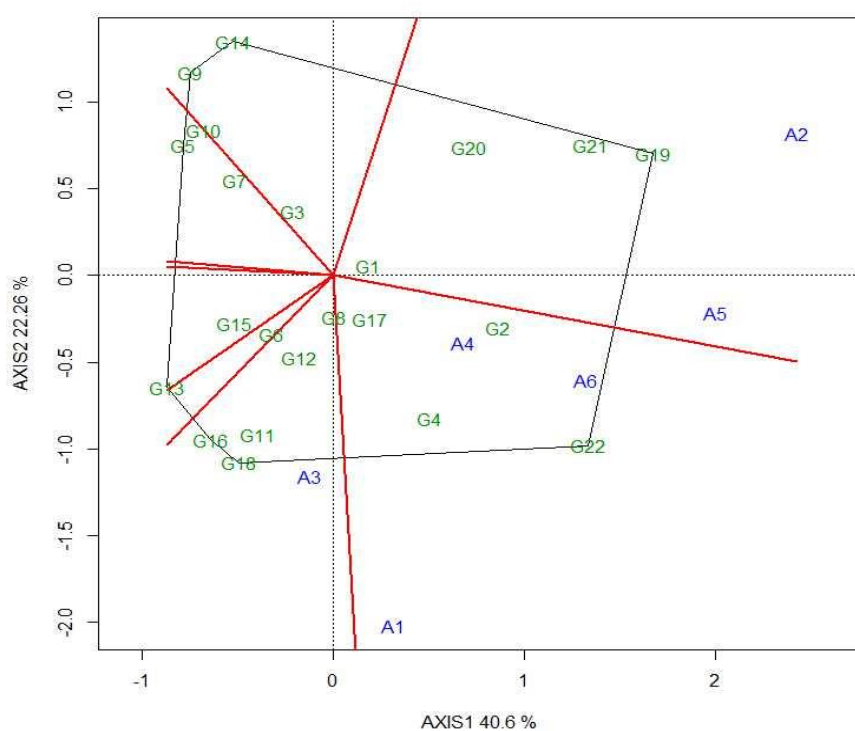


Figura 10: GGE biplot “Quem vence onde” para aparência geral de tubérculos, que mostra quais genótipos obtiveram melhor produção em qual ambiente.

Fica evidente que para a aparência geral de tubérculos as quatro testemunhas se sobressaíram em comparação com os clones MLG. Na figura 11 está o biplot (escala = 0, SVP = 1, e centralizado em $G + G \times A$) “Média vs estabilidade” que evidencia esta superioridade das testemunhas, todas as quatro (G19, G20, G21 e G22) ficaram acima da média para a característica. O genótipo com maior média foi G22 (Cupido), que além de uma média alta também apresentou estabilidade, visto o pequeno afastamento do eixo. O genótipo G19 (Ágata) possui ótima aparência, foi a segunda maior média, porém com alta instabilidade. Chama atenção o genótipo G2 (MLG-01.06)

que obteve a terceira maior média para a aparência geral de tubérculos aliada a uma alta estabilidade, e também foi o tratamento com maior média para a produção de tubérculos graúdos, o que torna o mesmo um promissor clone a ser lançado como uma nova cultivar.

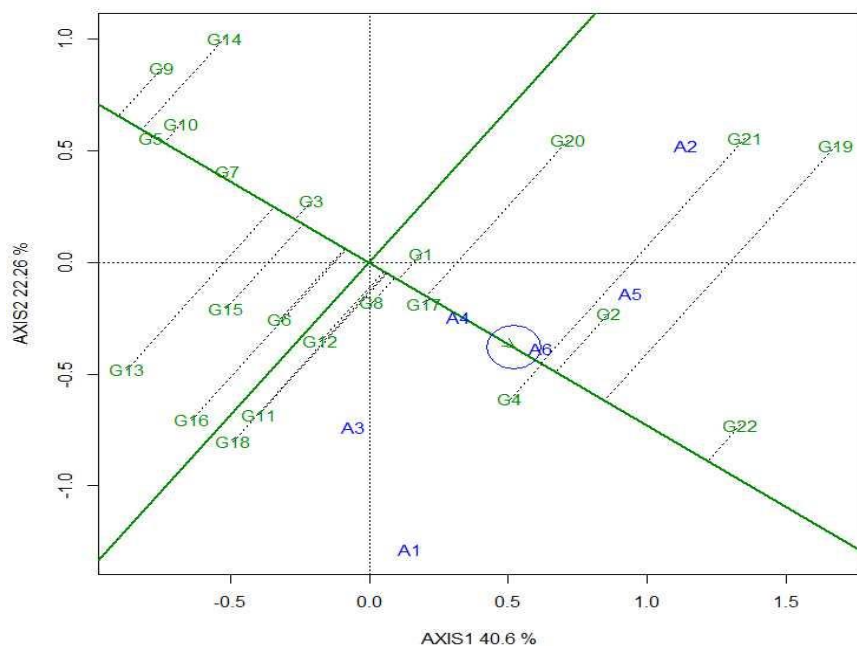


Figura 11: GGE biplot “Média vs. Estabilidade” para aparência geral de tubérculos, que mostra a média e a estabilidade dos genótipos.

Na figura 12 é possível visualizar a proximidade dos genótipos com o que seria o ideal para a aparência geral de tubérculos. Fica evidenciado que o genótipo G22 é realmente o melhor, pois é o que mais se aproximou do centro dos círculos concêntricos. Outro fato que deve ser ressaltado é de que os dois genótipos mais próximos deste modelo são G2 e G4 ambos clones MLG, novamente com destaque para o G2 (MLG-01.06).

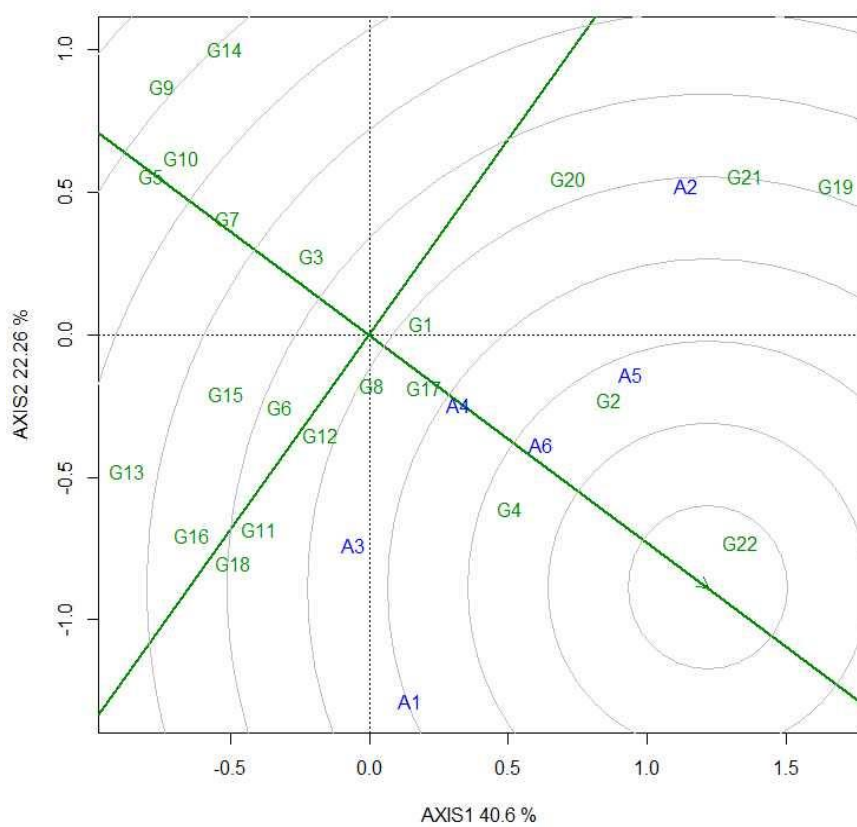


Figura 12: GGE biplot que classifica os genótipos de acordo com um ideotipo para aparência geral de tubérculos.

5 DISCUSSÃO

No Brasil o número de cultivares de batata que são plantadas nas diferentes regiões e safras é muito reduzido. De acordo com a Associação Brasileira da Batata (comunicação pessoal) a previsão de área plantada para cada cultivar na safra 2016 mostra que sete cultivares, todas desenvolvidas em países de clima temperado, (Agata, Asterix, Atlantic, Cupido, Markies, Monalisa e Caesar) representam mais de 95% da área total a ser plantada. A cultivar Agata representa 60% da área total, ou seja, não existem cultivares destinadas a determinada região ou até mesmo para as diferentes safras.

Além de não serem completamente adaptadas as condições tropicais todas estas cultivares utilizadas no país são suscetíveis ao *Potato Virus Y* (PVY), vírus que causa grandes prejuízos. O grande destaque deste trabalho reside exatamente no fato de todos os clones analisados possuírem o alelo $R_{y_{adg}}$ que confere resistência a tal vírus, pois foram previamente selecionados para este fim (Guedes 2014).

Todos os clones MLG do programa de melhoramento de batata da UFLA foram superiores às testemunhas para a produção de tubérculos, fato que pode ser explicado por conta de os clones terem sido selecionados para condições tropicais.

Para o lançamento de uma nova cultivar há necessidade da avaliação dos genótipos promissores numa gama de ambientes (FERREIRA et al. 2006), para se certificar que a produção e demais características dos genótipos testados se mantenham nos diferentes locais de cultivo. Neste trabalho foi detectada forte interação genótipos por ambientes para produção de tubérculos (Tabela 2), o que indica que a escolha da cultivar deve ser feita para cada região/safra visando maximizar os ganhos. O fato de regionalizar a indicação da cultivar é um modo de lidar com a interação genótipos por ambiente, diminuindo seus efeitos negativos para a produção agrícola (RAMALHO et al. 2012). Detectada a interação do tipo complexa deve-se levar em consideração a estabilidade e adaptabilidade dos genótipos para a seleção (RESENDE, 2007). Esta interação é decorrente das diferenças

encontradas nos ambientes: temperatura, quantidade de horas de luz e da sanidade das sementes utilizadas nos diferentes ensaios, são fatores que causaram estas oscilações de desempenho dos genótipos nos diferentes ambientes.

Em uma análise multi-ambiental é interessante realizar um teste de ambientes, para a classificação para a sua capacidade de discriminar os tratamentos. Um bom ambiente para se realizar seleção é aquele que melhor discrimina os genótipos (YAN, TYNKER 2006). Os ambientes foram divididos em apenas dois mega-ambientes (Figura 2) para produção de tubérculos graúdos, sendo que em um deste mega-ambiente estão quatro ambientes (A2, A4, A5 e A6). Assim é interessante selecionar um destes ambientes para representar os demais já que a resposta em todos eles foram semelhantes, o que economizaria recursos. Destaca-se Senador Amaral – safra das águas- (A6) como o melhor ambiente para discriminar os genótipos para a produção de tubérculos graúdos (Figura 5), sendo interessante realizar futuras seleções neste local. O peso específico de tubérculos foi menos influenciado pela interação (apenas 12,6% da variação total), visto que os seis ambientes foram agrupados em dois mega-ambientes e em um deles estão cinco dos seis ambientes (Figura 6). Por outro lado, os genótipos contribuíram com mais de 40% da variação, indicando que a seleção para este caráter poderia ser realizada em qualquer um dos ambientes.

A batata no Brasil se destina a três segmentos: mesa (consumo in natura), pré-fritas congeladas e indústria de chips e batata palha. Para o mercado in natura o consumidor preza pela aparência dos tubérculos, dando preferência para tubérculos com periderme lisa, cor amarela, olhos pouco profundos e formato oval-alongado (HAYASHI, 2001). Para indústria de chips e batata palha a aparência não é tão relevante, o que se deseja para este segmento são tubérculos de formato arredondado e matéria seca acima de 20% (GRIZOTTO, 2005). Batatas pré-fritas congeladas necessitam de atributos semelhantes à da indústria de chips, com a diferença no formato dos tubérculos em que é preferível formatos mais alongados. Para o

lançamento de uma nova cultivar de batata é necessário que ela se enquadre em um destes segmentos e não apenas apresente alta produtividade. Desta forma é necessário a classificação dos clones conforme sua aptidão.

Destacam-se os clones G1 (MLG-01.02), G2 (MLG-01.06), G6 (MLG-11.05) e G18 (MLG-23.37) por apresentarem maior produtividade em média nos seis ambientes (Figura 3). O clone G1 (MLG-01.02) foi classificado para o segmento de mesa, pois além de apresentar aparência geral acima da média, para outros caracteres como pele e olho ele também se enquadra para este segmento. Os outros três clones: G2 (MLG-01.06), G6 (MLG-11.05) e G18 (MLG-23.37) foram classificados como os mais próximos do genótipo ideal para produção de tubérculos graúdos (Figura 4) e foram se enquadram para o segmento de pré-fritas. Os dois primeiros obtiveram maiores médias, contudo o clone G18 (MLG-23.37) aliada a uma produção acima da média apresentou estabilidade para produção (Figura 3), ou seja, ele é amplamente estável podendo ser recomendado para todos ambientes.

Os quatro clones também foram estáveis para peso específico de tubérculo (Figura 7), sendo interessante esta estabilidade visto que mesmo nos ensaios plantados na safra das águas, que apresentaram maiores temperaturas, os pesos específicos se mantiveram, quando ele normalmente se reduz drasticamente (BENITES, 2011).

6 CONCLUSÃO

Os clones do programa de melhoramento de batata da UFLA se mostraram mais adaptados e estáveis do que as cultivares usualmente utilizadas pelos agricultores no sul do estado de Minas Gerais.

Os melhores genótipos foram MLG-01-02, MLG-01-06, MLG-11-05 e MLG-23-37, pois foram superiores à média geral para produtividade de tubérculos graúdos nos seis ambientes e estáveis, sendo selecionados para serem avaliados como alternativa para lançamento como novas cultivares, sendo o primeiro clone para o segmento in natura e os demais para pré-fritas.

REFERÊNCIAS

- ALLARD, R. W.; BRADSHAW, A. D. Implications of genotype x environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, Madison, v. 4, n. 5, p. 503-508, Sept./Oct. 1964.
- ALLIPRANDINI, L. F. **Estudo dos efeitos ambientais, estabilidade, adaptabilidade e ganho genético em linhagens de soja (*Glycine max* (L.) no Estado do Paraná**. 1992. 122 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 1992.).
- ANPUTHAS et al., Stability and adaptability analysis of rice cultivars using environment-centered yield in two-way ANOVA model. **Communications in Biometry and Crop Science** Vol. 6, No. 2, 2011, pp. 80–86.
- ARAÚJO, L. B. et al. Gráficos biplot e joint plot para o estudo da interação tripla. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 4, p. 833-839, abr. 2010.
- AUGUSTIN, L. et al. Genotype x environment interaction of agronomic and processing quality traits in potato. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 1, p. 84-90, 2012.
- DE ÁVILA, Antônio Carlos et al. Ocorrência de vírus em batata em sete estados do Brasil. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 4, 2009.
- BACH, Stephanie et al. Genotype by environment interaction effects on fibre components in potato (*Solanum tuberosum* L.). **Euphytica**, v. 187, n. 1, p. 77-86, 2012.
- BAI, J. et al. GGE biplot analysis of genetic variations of 26 potato genotypes in semi-arid regions of Northwest China. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v. 42, n. 3, p. 161-169, 2014.
- BALESTRE, Marcio et al. Yield stability and adaptability of maize hybrids based on GGE biplot analysis characteristics. **Crop breeding and applied biotechnology**, v. 9, n. 3, p. 219-228, 2009.
- BECKER, H. C. Correlations among some statistical measures of phenotypic stability. **Euphytica**, v. 30, n. 3, p. 835-840, 1981.
- BENITES, F. R. G.; Pinto, C. A. B. P. . Genetic gains for heat tolerance in potato in three cycles of recurrent selection. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 11, p. 133-140, 2011.

BERNARDO, R. **Breeding for Quantitative Traits in Plants**. 2.ed. Woodbury: Stemma Press, 2010. 390 p.

BRADSHAW, A. D. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. **Advances in genetics**, v. 13, n. 1, p. 115-155, 1965.

CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. **CIP**. Disponível em: <<http://cipotato.org/es/reportes-anuales/>>. Acesso em: 10 de dezembro de 2015.

CHAVES, L. J. Interação de cultivares com ambientes. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES, M. C. **Recursos genéticos e melhoramento: plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 673-713.

COMSTOCK, R. E.; MOLL, R. H. Genotype-environment interactions. **Statistical genetics and plant breeding**, p. 164-196, 1963.

CROSSA, J, and P. L. CORNELIUS. "Sites regression and shifted multiplicative model clustering of cultivar trial sites under heterogeneity of error variances." **Crop Science** 37.2 (1997): 406-415.

CRUZ, C. D., RA de TORRES, and R. VENCOVSKY. "An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto." **Revista Brasileira de Genética** 12.3 (1989): 567-580.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 2004. v. 1, 480 p.

DUARTE, J.B.; VENCOVSKY, R. Interação genótipo x ambientes: uma introdução à análise AMMI. Ribeirão Preto: **Sociedade Brasileira de Genética**, 1999. 60p.

EBERHART A., RUSSELL W. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, 1966, v.6, 36-40p.

FERREIRA, D. F., et al. "Statistical models in agriculture: biometrical methods for evaluating phenotypic stability in plant breeding." **Cerne** 12.4 (2006): 373-388.

FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a Plant-Breeding Programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.14,n.5,p.742-754, 1963.

FLIS, B. et al. The Ry-fst 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://faostat3.fao.org/browse/Q/*/E>. Acesso em: 10 de dezembro 2015.

GARBUGLIO, D. D. **Metodologia de estratificação ambiental e adaptabilidade via análise de fatores associada aos efeitos genotípicos e de interação genótipos por ambientes**. 2010. 105 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

GAUCH, H.G. e ZOBEL, R.W. AMMI analysis of yield trials. In: Kang, MS.; Gauch, H.G; ed. **Genotype by environment interaction**. Boca Raton: CRC Press, 1996. Cap. 4, p. 85-122.

GEDIF, Mulugeta; YIGZAW, Dessalegn. Genotype by Environment Interaction Analysis for Tuber Yield of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Using a GGE Biplot Method in Amhara Region, Ethiopia. **Agricultural Sciences**, v. 2014, 2014.

GRIZOTTO, R. K. Processamento e rendimento industrial da batata chips e palha. In: **Seminário brasileiro sobre processamento de batatas**, 1., 2005, Pouso Alegre. Pouso Alegre: ABBA, 2005. p. 1-12.

GUEDES, M. L. **Seleção de clones de batata para aparência de tubérculos e resistência aos vírus PVX e PVY**. 2014. 64 p. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético de Plantas de Importância na Região) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

HAYASHI, P. Variedade cupido: nova opção para mercado fresco. **Batata Show**, Itapetininga, v. 1, n. 3, p. 14, set. 2001. Disponível em:<<http://www.abbabatatabrasileira.com.br>>. Acesso em: 12 fev. 2016.

HALDANE, J. B. S. The interaction of nature and nurture. **Annals of Eugenics**, v. 13, n. 1, p. 197-205, 1946.

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

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, Rio de Janeiro, ago. 2015.

KANG, MS.; GAUCH, H.G; ed. Genotype by environment interaction. **Boca Raton: CRC Press**, 1996. p. 416.

KANG, M. S. Using genotype-by-environment interaction for crop cultivar. **Advances in agronomy**, v. 62, p. 199, 1997.

KOOMAN, P. L. et al. Effects of climate on different potato genotypes 1. Radiation interception, total and tuber dry matter production. **European Journal of Agronomy**, v. 5, n. 3, p. 193-205, 1996.

KUMAR, P.; SINGH, N. K. Determining behaviour of maize genotypes and growing environments using AMMI statistics. **SAARC Journal of Agriculture**, v. 13, n. 1, p. 162-173, 2015.

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

LEVY, D.; VEILLEUX, R. E. Adaptation of potato to high temperatures and salinity-a review. **American Journal of Potato Research**, v. 84, n. 6, p. 487-506, 2007.

LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 68, n.1, p. 193-198, Jan. 1988.

LIN, Chuang-Sheng; BINNS, Michael R.; LEFKOVITCH, Leonard P. Stability analysis: where do we stand?. **Crop science**, v. 26, n. 5, p. 894-900, 1986.

MARIOTTI, J. A. et al. Analisis de estabilidad y adaptabilidad de genótipos de caña de azúcar. I. Interacciones dentro de una localidad experimental. **Revista Agronómica del Noroeste Argentino**, Tucuman, v. 13, n. 1/4, p. 405-412, jan. 1976.

MATHENSON; A.C.; RAYMOND, C.A; 'Provenance x environment interaction: its practical importance and use with particular reference to the tropics', **Commonwealth Forestry Review**, vol. 65, no. 4, pp. 283-302. 1986.

MENEZES CB; PINTO CABP; LAMBERT ES. 2001. Selection of potato clones for cool and warm seasons in Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, 1: 145-157.

MULEMA, J. M. K. et al. Yield stability analysis of late blight resistant potato selections. **Experimental Agriculture**, v. 44, n. 02, p. 145-155, 2008.

MUTHONI, Jane; SHIMELIS, Hussein; MELIS, Rob. Genotype x Environment Interaction and Stability of Potato Tuber Yield and Bacterial Wilt Resistance in Kenya. **American Journal of Potato Research**, p. 1-12, 2015.

OJALA, J. C.; et al., G. E. Influence of irrigation and nitrogen management on potato yield and quality. **American Potato Journal**, v. 67, n. 1, p. 29-43, 1990.

PAES, A. P. M.; SILVA, J. X. A importância da qualidade da batata-semente na redução do custo de produção. In: **Seminário mineiro de bataticultura**, 4., 2003, Poços de Caldas. Anais Poços de Caldas: Gráfica Irmão Gino, 2003. p. 55-58.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.

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

R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; Santos, J. B.; NUNES, J. A. R. **Aplicações da Genética Quantitativa no Melhoramento de Plantas Autógamas**. 1. ed. Lavras: Ed. UFLA, 2012. 522p.

RÉDEI, G. P. **Genetics manual: current theory, concepts, terms**. World Scientific, 1998.

RESENDE, M.D.V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975p.

RESENDE, M.D.V. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 362 p.

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

- ROBERTSON, Alan. The sampling variance of the genetic correlation coefficient. **Biometrics**, v. 15, n. 3, p. 469-485, 1959.
- SAMONTE, S. O. P. B. et al. Targeting cultivars onto rice growing environments using AMMI and SREG GGE Biplot analyses. **Crop Science**, Madison, v. 45, p. 2124-2424, Nov./Dec. 2005.
- SCHIPPERS PA. The relationship between specific gravity and percentage of dry matter in potato tubers. **American Potato Journal**, 1976, 53:111-122.
- SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 507-515, 1974.
- DA SILVA PEREIRA, Arione; DA COSTA, Delorge Mota. Análise de estabilidade de produção de genótipos de batata no Rio Grande do Sul. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 33, n. 4, p. 405-409, 1998.
- SILVA, J.G.C. da, J. N. BARRETO. "Aplicação da regressão linear segmentada em estudos da interação genótipo x ambiente." **Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica 1** (1985): 49-50.
- SILVA GO; PEREIRA AS; SUINAGA FA; PONIJALEKI R; CARVALHO ADF. 2015. Rendimento de tubérculos de um clone de batata em função da época de dessecação. **Horticultura Brasileira** 33: 080-083.
- SILVEIRA, Luís Cláudio Inácio da et al . AMMI analysis to evaluate the adaptability and phenotypic stability of sugarcane genotypes. **Scientia Agraria**, Piracicaba , v. 70, n. 1, p. 27-32, Feb. 2013 .
- SIMMONDS, Norman W. Genotype (G), environment (E) and GE components of crop yields. **Experimental Agriculture**, v. 17, n. 04, p. 355-362, 1981.
- SINGH, Rudra P. et al. Discussion paper: The naming of Potato virus Y strains infecting potato. **Archives of virology**, v. 153, n. 1, p. 1-13, 2008.
- SMITH O. Potatoes: Production, Storing, Processing. **The Avi Publishing Company, Inc.**, Westport, Connecticut. 1968.
- DE SOUZA DIAS, J. A. C.; IAMAUTI, M. T. Doenças da batateira (Solanum tuberosum L.). **H. Kimati, L. Amorim, A. Bergamin Filho, LEA Camargo, JAM Rezende**, 2005.
- SOUZA H. N. et al. Comparing Biplot Multivariate Analyses with Eberhart and Russell method for genotype x environment interaction. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 9, p. 299-307, 2009.

SOUZA ZS. Ecofisiologia. In: PEREIRA AS; DANIELS J. **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2003, p. 80-104.

SPITTERS, C. J. T.; SCHAPENDONK, A. H. C. M. Evaluation of breeding strategies for drought tolerance in potato by means of crop growth simulation. In: **Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition**. Springer Netherlands, 1990. p. 151-161.

STRECK, N. A. et al. Simulating the development of field grown potato (*Solanum tuberosum* L.). **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 142, n. 1, p. 1-11, 2007.

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.

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. Analysis of genotype-environment interactions of potato yield. **Crop Science**, v. 19, n. 4, p. 434-438, 1979.

TEIXEIRA AL et al. Eficiência na emergência e produtividade dos diferentes tipos de batata-semente. **Scientia Agraria** v. 11 : p. 215-220, 2010.

TOLER, J.E. **Patterns of genotypic performance over environmental arrays**. 1990. 154p. Thesis (Ph.D.) – Clemson University, South Carolina, USA.

TOURNEUX, Christophe et al. Effect of water shortage on six potato genotypes in the highlands of Bolivia (II): water relations, physiological parameters. **Agronomie**, v. 23, n. 2, p. 181-190, 2003.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA P. "**Genética biométrica no fitomelhoramento**." (1992).

VERMA, M.M.; CHACAL, G.S; MURTY, B.R. (1978). Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification. **Theor. Appl. Genet.** V. 53 : p. 89-91.

WRICKE, G. "Über eine Methode zur Erfassung der ökologischen Streubreite in Feldversuchen." **Zeitschrift Fur Pflanzenzuchtungs-Journal of Plant Breeding** 47.1 (1962): 92.

YAN, W. et al. Cultivar evaluation and megaenvironment investigation based on the GGE biplot. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 3, p. 597-605, May 2000.

YAN, W. GGE Biplot vs. AMMI graphs for genotype-by-environment data analysis. **Journal of the Indian Society of Agricultural Statistics**, v. 65, n. 2, p. 181-193, 2011.

YAN, W. et al. GGE biplot vs. AMMI analysis of genotype-by-environment data. **Crop science**, v. 47, n. 2, p. 643-653, 2007.

YAN, W. et al. Two types of GGE biplots for analyzing multi-environment trial data. **Crop Science**, v.41, n.3, p.656-663, 2001.

YAN, W.; HUNT, L. A. Genetic and environmental causes of genotype by environment interaction for winter wheat yield in Ontario. **Crop Science**, v. 41, p. 19-25, 2001a.

YAN, W.; TINKER A.. "Biplot analysis of multi-environment trial data: Principles and applications." **Canadian Journal of Plant Science**, 86.3 (2006): 623-645.

YATES, F.; COCHRAN, W. G. The analysis of groups of experiments. **The Journal of Agricultural Science**, v. 28, n. 04, p. 556-580, 1938.

ZOBEL, R.W.; WRIGHT, M.J.; GAUCH, H.G. Statistical analysis of a yield trial. **Agronomy Journal**, v.80, p.388-393, 1988.

APÊNDICES

APÊNDICE A. Resumo da análise da análise de variância para produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos, peso específico, aparência geral, textura da periderme, profundidade de olho e formato dos tubérculos dos clones e das testemunhas, referente ao ensaio de Lavras – MG 2014.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio						
		Produção (g/planta)	Produção (g/graúdos/planta)	Peso específico	Aparência geral	Textura da periderme	Profundidade de olho	Formato dos tubérculos
Bloco	2	582453*	377458 ^{ns}	4,487x10 ^{-5ns}	0,769**	0,561*	0,217*	0,327*
Genótipos	21	534307**	343090**	2,518x10 ^{-4**}	0,775**	1,871**	0,424**	0,719**
Clones	17	285228 ^{ns}	172718 ^{ns}	1,331x10 ^{-4**}	0,631**	1,503**	0,273**	0,471**
Testemunhas	3	99419*	143662*	4,591x10 ^{-4*}	1,817*	3,886**	1,269**	2,296**
Clones vs Testemunhas	1	607330*	3837702*	1,646x10 ^{-3*}	0,093 ^{ns}	2,076 ^{ns}	0,471 ^{ns}	0,207 ^{ns}
Erro	42	165828	133818	3,845x10 ⁻⁵	0,129	0,109	0,076	0,085
Acurácia Seletiva %		90,12	86,14	92,05	91,25	97,04	90,59	93,89
Média Clones		1269,14 a	933,64 a	1,0736 a	3,58	2,90	3,31	3,70
Média Testemunhas		482,64 b	285,61 b	1,0606 b	3,49	3,36	3,53	3,56

^{ns}- não significativo; *- significativo a 5%; **- significativo a 1%.

APÊNDICE B. Resumo da análise de variância para produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos, peso específico, aparência geral, textura da periderme, profundidade de olho e formato dos tubérculos dos clones e das testemunhas, referente ao ensaio de Senador Amaral – MG 2014.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio						
		Produção (g/planta)	Produção (g/graúdos/planta)	Peso específico	Aparência geral	Textura da periderme	Profundidade de olho	Formato dos tubérculos
Bloco	2	20628 ^{ns}	138529 ^{ns}	2,034 x10 ^{-4**}	0,258 ^{ns}	0,588 ^{ns}	0,285 ^{ns}	0,128 ^{ns}
Genótipos	21	309854*	236390**	1,740 x10 ^{-4**}	1,071**	0,589*	0,256 ^{ns}	0,614**
Clones	17	317170*	237611**	1,192 x10 ^{-4**}	0,415 ^{ns}	0,660**	0,254 ^{ns}	0,475**
Testemunhas	3	4356 ^{ns}	17470 ^{ns}	2,281 x10 ^{-4**}	0,210 ^{ns}	0,380 ^{ns}	0,333 ^{ns}	1,593*
Clones vs Testemunhas	1	1101976*	872395**	9,438 x10 ^{-4**}	14,815**	0,011 ^{ns}	0,054 ^{ns}	0,045 ^{ns}
Erro	42	129368	57939	3,444 x10 ^{-5**}	0,301	0,251	0,237	0,149
Acurácia Seletiva %		76,32	86,89	89,56	84,79	75,79	27,06	87,01
Média Clones		1017,25 a	818,06 a	1,0611 a	2,49 b	2,96	3,46	3,21
Média Testemunhas		658,47 b	501,94 b	1,0513 b	3,72 a	3,08	3,39	3,28

^{ns}- não significativo; *- significativo a 5%; **- significativo a 1%.

APÊNDICE C. Resumo da análise de variância para produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos, peso específico, aparência geral, textura da periderme, profundidade de olho e formato dos tubérculos dos clones e das testemunhas, referentes ao ensaio de Lavras – MG 2015.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio						
		Produção (g/planta)	Produção (g/graúdos/planta)	Peso específico	Aparência geral	Textura da periderme	Profundidade de olho	Formato dos tubérculos
Bloco	2	7430 ^{ns}	23168 ^{ns}	1,386x10 ^{-4ns}	0,069 ^{ns}	1,065 ^{ns}	0,058 ^{ns}	0,318 ^{ns}
Genótipos	21	160482*	138530*	1,740x10 ^{-4**}	0,483*	2,722**	0,392**	1,890**
Clones	17	165104*	126122 ^{ns}	1,389x10 ^{-4**}	0,552**	2,480**	0,409**	1,715**
Testemunhas	3	82823 ^{ns}	27636 ^{ns}	3,783x10 ^{-4**}	0,247 ^{ns}	3,586 ^{ns}	0,140 ^{ns}	3,502**
Clones vs Testemunhas	1	252823 ^{ns}	682148**	1,591 x10 ^{-4ns}	0,001 ^{ns}	4,252 ^{ns}	0,863*	0,028 ^{ns}
Erro	40	74565	61873	4,797x10 ⁻⁵	0,209	0,590	0,106	0,367
Acurácia Seletiva %		73,17	74,39	85,11	75,27	88,49	85,42	89,78
Média Clones		667,27	499,75 a	1,0798	2,76	2,62	3,41 b	3,36
Média Testemunhas		511,11	230,90 b	1,0757	2,74	3,24	3,71 a	3,14

^{ns}- não significativo; *- significativo a 5%; **- significativo a 1%.

APÊNDICE D. Resumo da análise de variância para produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos, peso específico, aparência geral, textura da periderme, profundidade de olho e formato dos tubérculos dos clones e das testemunhas, referente ao ensaio de Lambari – MG 2015.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio						
		Produção (g/planta)	Produção (g/graúdos/planta)	Peso específico	Aparência geral	Textura da periderme	Profundidade de olho	Formato dos tubérculos
Bloco	2	17016 ^{ns}	1880 ^{ns}	1,566x10 ^{-4**}	0,199 ^{ns}	0,113 ^{ns}	0,184 ^{ns}	0,628*
Genótipos	21	230457**	230053**	2,022x10 ^{-4**}	0,586*	2,013**	0,226**	1,562**
Clones	17	178371 ^{ns}	182647**	1,422x10 ^{-4**}	0,620*	1,895**	0,131 ^{ns}	1,291**
Testemunhas	3	32041*	64307*	4,419x10 ^{-4**}	0,076*	3,022**	0,704*	2,975**
Clones vs Testemunhas	1	1711181**	1533184**	5,024 x10 ^{-4*}	0,591 ^{ns}	0,992 ^{ns}	0,407 ^{ns}	1,939 ^{ns}
Erro	42	76181	51157	0,027x10 ⁻⁵	0,318	0,249	0,092	0,185
Acurácia Seletiva %		81,82	88,18	93,03	67,65	93,62	77,03	93,88
Média Clones		816,57 a	699,69 a	1,0706 a	3,07	3,10	3,85	3,39
Média Testemunhas		399,10 b	297,71 b	1,0633 b	3,32	3,42	4,06	2,94

^{ns}- não significativo; *- significativo a 5%; **- significativo a 1%.

APÊNDICE E. Resumo da análise de variância para produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos, peso específico, aparência geral, textura da periderme, profundidade de olho e formato dos tubérculos dos clones e das testemunhas, referente ao ensaio em Bom Repouso – MG 2015.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio						
		Produção (g/planta)	Produção (g/graúdos/planta)	Peso específico	Aparência geral	Textura da periderme	Profundidade de olho	Formato dos tubérculos
Bloco	2	24567 ^{ns}	8336 ^{ns}	5,261x10 ^{-5ns}	0,041 ^{ns}	0,163 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,551 ^{ns}
Genótipos	21	204734**	128697**	1,919x10 ^{-4**}	0,788**	1,405**	0,365**	1,424**
Clones	17	234875*	138066**	1,079x10 ^{-4ns}	0,461**	1,360**	0,302	0,919**
Testemunhas	3	42711 ^{ns}	103006*	6,208x10 ^{-4**}	0,181 ^{ns}	1,679	0,775**	4,676**
Clones vs Testemunhas	1	178405 ^{ns}	46515 ^{ns}	3,349x10 ^{-4ns}	8,167**	1,347 ^{ns}	0,207 ^{ns}	0,263 ^{ns}
Erro	42	85056	37320	5,448x10 ⁻⁵	0,114	0,147	0,155	0,224
Acurácia Seletiva %		76,46	84,26	84,63	92,51	94,61	75,83	91,79
Média Clones		670,49	326,06	1,0709	2,69 b	2,52	3,38	3,36
Média Testemunhas		535,69	266,46	1,0647	3,60 a	2,89	3,53	3,53

^{ns}- não significativo; *- significativo a 5%; **- significativo a 1%.

APÊNDICE F. Resumo da análise de variância para produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos, peso específico, aparência geral, textura da periderme, profundidade de olho e formato dos tubérculos dos clones e das testemunhas, referente ao ensaio de Senador Amaral – MG 2015.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio						
		Produção (g/planta)	Produção (g/grauídos/planta)	Peso específico	Aparência geral	Textura da periderme	Profundidade de olho	Formato dos tubérculos
Bloco	2	195849 ^{ns}	82437 ^{ns}	3,083x10 ^{-5ns}	0,580.	0,012 ^{ns}	0,420 ^{ns}	0,047 ^{ns}
Genótipos	21	527889**	491068**	2,819x10 ^{-4**}	0,574**	0,831**	0,253 ^{ns}	0,993**
Clones	17	540353**	487606**	1,294x10 ^{-4*}	0,463**	0,736*	0,225 ^{ns}	0,652**
Testemunhas	3	257656 ^{ns}	345117*	7,491x10 ^{-4**}	0,957 ^{ns}	1,639**	0,429*	3,259**
Clones vs Testemunhas	1	1126703*	987772*	1,4717x10 ^{-3*}	1,313*	0,008 ^{ns}	0,216 ^{ns}	0,006 ^{ns}
Erro	42	154250	120594	5,357x10 ⁻⁵	0,188	0,275	0,229	0,183
Acurácia Seletiva %		84,13	86,86	90,00	82,06	81,82	30,96	90,32
Média Clones		937,09 a	727,33 a	1,0723 a	2,75 b	2,67	3,21	3,31
Média Testemunhas		598,33 b	383,06 b	1,0601 b	3,11 a	2,69	3,36	3,33

^{ns}- não significativo; *- significativo a 5%; **- significativo a 1%.

APÊNDICE G – Médias dos clones e das testemunhas, para produtividade de tubérculos em seis ambientes na região sul de Minas Gerais.

CLONES	A1 Lavras/2014	A2 Senador Amaral/2014	A3 Lavras/2015	A4 Lambari/2015	A5 Bom Repouso/2015	A6 Senador Amaral/2015	MÉDIA
G1 - MLG-01.02	1094,44 A	1175,00 A	505,83 A	695,83 B	606,67 A	1443,33 A	920,19
G2 - MLG-01.06	1222,22 A	1350,00 A	715,00 A	1016,66 A	1085,00 A	1870,00 A	1209,81
G3 - MLG-02.12	1122,22 A	1466,67 A	471,67 A	1250,00 A	503,33 B	1040,28 A	975,69
G4 - MLG-03.03	1516,67 A	1055,56 A	435,00 A	699,16 B	736,67 A	1138,33 A	930,23
G5 - MLG-05.01	1236,11 A	769,44 B	445,42 A	487,50 B	766,67 A	850,42 B	759,26
G6 - MLG-11.05	1005,56 A	1358,33 A	596,67 A	1301,11 A	669,44 A	1345,83 A	1046,16
G7 - MLG-11.45	1000,00 A	725,00 B	403,33 A	590,00 B	366,67 B	1292,22 A	729,54
G8 - MLG-12.16	1400,00 A	694,44 B	370,00 A	826,66 A	1295,56 A	1200,56 A	964,54
G9 - MLG-14.12	1061,11 A	450,00 B	616,67 A	935,55 A	387,50 B	343,33 B	632,36
G10 - MLG-17.48	1633,33 A	1550,00 A	791,25 A	938,33 A	597,50 A	810,00 B	1053,40
G11 - MLG-17.50	1305,56 A	731,67 B	1045,83 A	833,33 A	408,33 B	409,17 B	788,98
G12 - MLG-20.01	1200,00 A	950,00 B	556,25 A	682,50 B	780,00 A	780,56 B	824,88
G13 - MLG-20.12	1138,89 A	1250,00 A	889,58 A	906,66 A	283,33 B	441,67 B	818,36
G14 - MLG-20.14	1022,22 A	1069,44 A	710,83 A	712,50 B	1036,11 A	756,67 B	884,63
G15 - MLG-20.17	1100,00 A	525,00 B	688,33 A	509,16 B	830,00 A	548,61 B	700,19
G16 - MLG-22.23	1372,22 A	937,50 B	844,44 A	416,66 B	713,33 A	793,33 B	846,25
G17 - MLG-23.24	2280,56 A	770,83 B	669,16 A	900,00 A	281,94 B	460,00 B	893,75
G18 - MLG-23.37	1133,33 A	1481,67 A	1255,55 A	996,67 A	720,83 A	1343,33 A	1155,23
G19 - AGATA	377,78 C	660,00 B	783,33 A	360,00 B	702,78 A	503,33 B	564,54
G20 - ASTERIX	305,56 C	620,00 B	506,94 A	390,00 B	443,33 B	333,33 B	433,19
G21 - ATLANTIC	716,67 B	713,89 B	408,33 A	544,17 B	540,00 A	1016,67 A	656,62
G22 - CUPIDO	530,56 B	640,00 B	345,83 A	302,22 B	456,67 B	540,00 B	469,21
MÉDIA	1126,13	952,02	638,87	740,66	645,98	875,50	829,86

*Médias seguidas da mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott e Knott ($p < 0,05$)

APÊNDICE H – Médias dos clones e das testemunhas, para formato de tubérculos em seis ambientes na região sul de Minas Gerais.

CLONES	A1 Lavras/2014	A2 Senador Amaral/2014	A3 Lavras/2015	A4 Lambari/2015	A5 Bom Reposo/2015	A6 Senador Amaral/2015	MÉDIA
G1 - MLG-01.02	3,77 B	3,22 A	2,77 B	2,66 B	4,00 B	3,11 B	3,25
G2 - MLG-01.06	3,88 B	3,66A	3,66 A	4,11 A	4,22 B	3,66 A	3,87
G3 - MLG-02.12	3,38 C	3,44 A	2,44 B	2,11 C	3,88 B	3,66 A	3,15
G4 - MLG-03.03	3,44 C	3,44 A	3,88 A	2,77 B	3,33 C	2,88 B	3,29
G5 - MLG-05.01	3,66 C	2,88 B	3,44 A	3,00 B	3,22 C	3,66 A	3,31
G6 - MLG-11.05	3,55 C	2,88 B	3,22 A	3,77 A	2,77 D	3,11 B	3,22
G7 - MLG-11.45	3,22 C	2,55 B	2,11 B	3,11 B	2,77 D	3,22 B	2,83
G8 - MLG-12.16	3,33 C	3,11 B	2,55 B	3,77 A	2,88 D	3,00 B	3,11
G9 - MLG-14.12	4,22 B	3,11 B	3,11 A	2,66 B	3,33 C	2,77 B	3,20
G10 - MLG-17.48	3,88 B	3,88 A	3,66 A	3,33 A	3,66 B	4,00 A	3,74
G11 - MLG-17.50	4,11 B	2,77 B	4,22 A	3,88 A	3,00 C	3,11 B	3,51
G12 - MLG-20.01	3,22 C	2,66 B	1,88 B	2,55 B	2,55 D	3,00 B	2,64
G13 - MLG-20.12	3,33 C	2,66 B	3,55 A	3,77 A	3,00 C	2,88 B	3,20
G14 - MLG-20.14	4,00 B	3,55 A	4,55 A	3,44 A	3,44 C	4,11 A	3,85
G15 - MLG-20.17	3,44 C	3,33 A	3,44 A	3,66 A	3,44 C	2,55 B	3,31
G16 - MLG-22.23	4,00 B	3,33 A	4,00 A	3,77 A	3,33 C	3,44 A	3,64
G17 - MLG-23.24	4,66 A	3,66 A	4,33 A	4,66 A	4,66 A	4,11 A	4,35
G18 - MLG-23.37	3,44 C	3,55 A	3,55 A	3,88 A	3,00 C	3,22 B	3,44
G19 - AGATA	3,66 C	3,44 A	3,16 A	3,22 B	3,88 B	3,77 A	3,52
G20 - ASTERIX	4,67 A	3,88 A	4,44 A	4,22 A	4,88 A	4,00 A	4,35
G21 - ATLANTIC	2,55 D	2,22 B	1,50 B	2,00 C	1,88 E	1,77 C	1,99
G22 - CUPIDO	3,33 C	3,55 A	3,44 A	2,33 C	3,44 C	3,77 A	3,31
MÉDIA	3,67	3,22	3,31	3,30	3,39	3,31	3,37

*Médias seguidas da mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott e Knott ($p < 0,05$).

APÊNDICE I – Médias dos clones e das testemunhas, para profundidade de olho de tubérculos em seis ambientes na região sul de Minas Gerais.

CLONES	A1 Lavras/2014	A2 Senador Amaral/2014	A3 Lavras/2015	A4 Lambari/2015	A5 Bom Reposou/2015	A6 Senador Amaral/2015	MÉDIA
G1 - MLG-01.02	3,00 B	3,66 A	2,88 B	3,44 B	3,33 A	2,88 A	3,20
G2 - MLG-01.06	3,55 A	2,88 A	2,77 B	4,00 B	3,44 A	3,22 A	3,31
G3 - MLG-02.12	3,33 B	3,33 A	3,77 A	3,77 B	3,33 A	3,16 A	3,45
G4 - MLG-03.03	3,55 A	3,22 A	3,88 A	3,88 B	3,00 B	3,55 A	3,51
G5 - MLG-05.01	3,00 B	3,66 A	3,33 B	4,22 A	2,77 B	3,22 A	3,37
G6 - MLG-11.05	3,44 A	3,11 A	3,77 A	3,88 B	3,11 B	3,00 A	3,38
G7 - MLG-11.45	3,11 B	3,66 A	3,11 B	3,88 B	2,77 B	3,11 A	3,27
G8 - MLG-12.16	3,22 B	4,00 A	3,55 A	4,33 A	3,55 A	3,44 A	3,68
G9 - MLG-14.12	3,00 B	3,44 A	2,88 B	3,55 B	3,33 A	2,67 A	3,14
G10 - MLG-17.48	3,11 B	3,44 A	3,33 B	3,77 B	3,55 A	3,44 A	3,44
G11 - MLG-17.50	3,00 B	3,55 A	3,44 A	3,88 B	3,55 A	3,11 A	3,42
G12 - MLG-20.01	3,00 B	3,88 A	3,00 B	3,88 B	3,11 B	3,22 A	3,35
G13 - MLG-20.12	3,88 A	3,55 A	3,88 A	4,00 B	3,55 A	3,00 A	3,64
G14 - MLG-20.14	3,00 B	3,11 A	3,44 A	3,77 B	3,77 A	3,89 A	3,50
G15 - MLG-20.17	3,77 A	3,11 A	3,22 B	3,66 B	3,66 A	3,33 A	3,46
G16 - MLG-22.23	3,55 A	3,44 A	3,88 A	3,77 B	3,55 A	3,33 A	3,59
G17 - MLG-23.24	3,66 A	3,66 A	3,66 A	3,77 B	3,88 A	3,00 A	3,61
G18 - MLG-23.37	3,33 B	3,55 A	3,55 A	3,77 B	3,55 A	3,22 A	3,50
G19 - AGATA	3,77 A	3,77 A	3,83 A	4,22 A	3,77 A	3,33 A	3,78
G20 - ASTERIX	3,88 A	3,55 A	3,77 A	4,33 A	3,88 A	3,89 A	3,88
G21 - ATLANTIC	2,55 B	3,11 A	3,33 B	3,33 B	2,77 B	3,00 A	3,01
G22 - CUPIDO	3,88 A	3,11 A	3,88 A	4,33 A	3,66 A	3,22 A	3,68
MÉDIA	3,34	3,44	3,46	3,88	3,40	3,23	3,46

*Médias seguidas da mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott e Knott ($p < 0,05$).

APÊNDICE J – Médias dos clones e das testemunhas, para textura da periderme de tubérculos em seis ambientes na região sul de Minas Gerais.

CLONES	A1 Lavras/2014	A2 Senador Amaral/2014	A3 Lavras/2015	A4 Lambari/2015	A5 Bom Reposou/2015	A6 Senador Amaral/2015	MÉDIA
G1 - MLG-01.02	3,44 B	3,22 A	3,55 A	3,44 A	3,00 A	3,00 A	3,27
G2 - MLG-01.06	2,77 C	2,88 B	2,11 B	3,11 B	1,88 B	2,66 A	2,57
G3 - MLG-02.12	3,44 B	1,45 B	2,11 B	3,22 B	3,00 A	2,55 A	2,63
G4 - MLG-03.03	3,11 C	2,66 B	4,11 A	3,66 A	2,55 A	2,77 A	3,14
G5 - MLG-05.01	2,77 C	3,44 A	2,77 B	3,66 A	2,77 A	2,44 A	2,98
G6 - MLG-11.05	1,00 F	2,25 B	1,00 C	1,00 D	1,00 C	1,44 B	1,28
G7 - MLG-11.45	1,77 E	3,55 A	1,00 C	1,33 D	1,11 C	1,77 B	1,75
G8 - MLG-12.16	2,66 C	3,55 A	2,44 B	2,88 B	2,66 A	2,66 A	2,81
G9 - MLG-14.12	2,77 C	2,77 B	3,11 A	3,11 B	2,55 A	2,33 A	2,77
G10 - MLG-17.48	2,88 C	3,55 A	2,66 B	2,88 B	2,11 B	3,11 A	2,87
G11 - MLG-17.50	3,44 B	2,44 B	2,77 B	3,44 A	3,11 A	2,66 A	2,98
G12 - MLG-20.01	3,55 B	4,00 A	3,66 A	3,55 A	3,00 A	3,66 A	3,57
G13 - MLG-20.12	3,11 C	2,55 B	2,55 B	3,44 A	3,11 A	3,00 A	2,96
G14 - MLG-20.14	2,55 C	3,00 A	2,00 B	3,66 A	2,44 A	2,55 A	2,70
G15 - MLG-20.17	2,33 D	2,66 B	1,55 C	2,55 B	1,88 B	2,55 A	2,25
G16 - MLG-22.23	4,11 A	2,77 B	3,55 A	3,77 A	3,00 A	3,11 A	3,38
G17 - MLG-23.24	3,11 C	3,44 A	3,77 A	4,00 A	3,33 A	2,88 A	3,42
G18 - MLG-23.37	3,33 B	3,00 B	2,44 B	3,00 B	2,77 A	2,77 A	2,88
G19 - AGATA	3,77 A	3,44 A	4,00 A	3,88 A	3,11 A	3,55 A	3,62
G20 - ASTERIX	3,88 A	2,77 B	3,11 A	3,22 B	3,33 A	2,55 A	3,14
G21 - ATLANTIC	1,66 E	3,33 A	1,50 C	2,11 C	1,77 B	1,77 B	2,02
G22 - CUPIDO	4,11 A	2,77 B	4,33 A	4,44 A	3,33 A	2,88 A	3,64
MÉDIA	2,98	2,98	2,73	3,15	2,58	2,67	2,85

*Médias seguidas da mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott e Knott ($p < 0,05$).

APÊNDICE K – Médias dos clones e das testemunhas, para aparência geral de tubérculos em seis ambientes na região sul de Minas Gerais.

CLONES	A1 Lavras/2014	A2 Senador Amaral/2014	A3 Lavras/2015	A4 Lambari/2015	A5 Bom Repouso/2015	A6 Senador Amaral/2015	MÉDIA
G1 - MLG-01.02	3,50 B	2,55 B	2,33 B	3,38	3,00 B	3,22 A	3,00
G2 - MLG-01.06	4,00 A	3,16 A	2,50 B	3,33 A	3,50 A	3,05 A	3,25
G3 - MLG-02.12	3,44 B	2,77 B	2,66 B	2,33 B	2,66 B	2,86 B	2,79
G4 - MLG-03.03	4,16 A	3,00 A	2,83 A	3,16 A	2,72 B	3,66 A	3,25
G5 - MLG-05.01	3,33 B	2,72 B	2,44 B	2,66 B	1,88 C	2,44 B	2,58
G6 - MLG-11.05	3,33 B	2,22 B	3,27 A	3,61 A	2,88 B	2,66 B	3,00
G7 - MLG-11.45	3,00 C	2,05 B	2,38 B	3,33 A	2,88 B	2,61 B	2,71
G8 - MLG-12.16	4,05 A	2,66 B	2,33 B	3,16 A	2,94 B	2,61 B	2,96
G9 - MLG-14.12	2,94 C	2,66 B	2,33 B	3,22 A	2,11 C	2,11 B	2,56
G10 - MLG-17.48	2,88 C	2,55 B	2,77 A	2,66 B	2,22 C	2,66 B	2,62
G11 - MLG-17.50	3,83 A	2,44 B	3,55 A	3,55 A	2,33 C	2,83 B	3,09
G12 - MLG-20.01	3,77 A	2,22 B	2,61 B	3,11 A	2,83 B	3,22 A	2,96
G13 - MLG-20.12	3,72 A	2,11 B	3,33 A	3,50 A	2,22 C	2,38 B	2,87
G14 - MLG-20.14	2,83 C	2,44 B	2,05 B	2,66 B	2,88 B	2,22 B	2,51
G15 - MLG-20.17	3,83 A	2,33 B	2,83 A	2,66 B	2,77 B	2,44 B	2,81
G16 - MLG-22.23	4,27 A	2,00 B	3,00 A	2,16 B	3,00 B	2,55 B	2,83
G17 - MLG-23.24	3,50 B	3,05 A	3,38 A	3,77 A	2,66 B	2,72 B	3,18
G18 - MLG-23.37	4,05 A	1,88 B	3,00 A	3,00 A	2,77 B	3,11 A	2,97
G19 - AGATA	3,50 B	4,11 A	2,33 B	2,83 B	3,83 A	3,33 A	3,32
G20 - ASTERIX	3,33 B	3,55 A	2,61 B	3,27 A	3,33 A	2,38 B	3,08
G21 - ATLANTIC	2,61 C	3,66 A	3,08 A	3,66 A	3,44 A	3,72 A	3,36
G22 - CUPIDO	4,50 A	3,55 A	2,94 A	3,50 A	3,77 A	3,00 A	3,54
MÉDIA	3,56	2,71	2,75	3,11	2,85	2,81	2,97

*Médias seguidas da mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott e Knott ($p < 0,05$).